

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа новых производственных технологий (ИШНПТ)

Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»

Отделение материаловедения

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Технологическая подготовка производства детали типа "Якорь"

УДК 621.7/9.01:622.455.22-52

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л41	Лу Ао		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Шамина О.Б.	К.Т.Н		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Попова С.Н.	К.Э.Н		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Авдеева И.И.	К.М.Н		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01 Машиностроение	Ефременков Е.А.	К.Т.Н		

Томск – 2018 г.

Планируемые результаты обучения по программе

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
P2	Применить глубокие знания в области современных технологий машиностроительного производства для решения междисциплинарных инженерных задач.
P3	Ставить и решать инновационные задачи инженерного анализа, связанные с созданием и обработкой материалов и изделий, с использованием системного анализа и моделирования объектов и процессов машиностроения.
P4	Разрабатывать технологические процессы, проектировать и использовать новом оборудованием и инструментами для обработки материалов и изделий, конкурентоспособных на мировом рынке машиностроительного производства.
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области современных технологий обработки материалов, нанотехнологий, создания новых материалов в сложных и неопределенных условиях.
Универсальные компетенции	
P11	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 100 с., 33 рис., 33 табл., 10 источников.

В выпускной квалификационной работе решается задача по созданию эффективного технологического процесса изготовления детали. Технологический процесс разрабатывается для условий серийного производства. В результате проделанной работы разработан технологический процесс обработки детали типа якорь, рассчитаны режимы резания, выбраны средства технологического оснащения, спроектировано приспособление для установки детали и закреплении детали на сверлильной операции на станке Optimum B34H Vario.

Ключевые слова: деталь, технологический процесс, режимы резания, приспособление, размерный анализ.

In the final qualifying work, there is solved the task to create an efficient technological process of part's manufacturing. The technological process is developed for the conditions of mass production. As a result of the work, the technological process of part's machining has been developed, the cutting modes have been calculated, the means of technological equipment have been selected, and the device for mounting the part and securing the part to the drilling operation on the Optimum B34H Vario machine has been designed.

Key words: part, technical process, cutting modes, adjustment, dimensional analysis

Объект разработки: элементы шахтной автоматики.

Цель работы: разработка оптимальной технологии обработки детали типа «Якорь».

Степень внедрения: разработанная технология может быть использована ПК «Ильма» при обработке деталей элементов шахтной автоматики.

Область применения: машиностроение, шахтное оборудование.

Экономическая эффективность достигается за счёт использования современного оборудования с числовым программным управлением при обработке детали типа «Якорь».

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования



**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа	ишнпт
Направление подготовки	15.03.01 «Машиностроение»
Отделение	Материловедения

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

_____ Ефременков Е.А.

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
8Л41	Лу Ао

Тема работы:

Технологическая подготовка производства детали типа "Якорь"	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Чертеж детали, годовая программа выпуска
---------------------------------	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Обзор научно-технической литературы в области машиностроительного производства, определение типа производства, выбор исходной заготовки, составление маршрута операций, размерный анализ ТП, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и основного времени, штучно-калькуляционного времени, конструирование специального приспособления.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Размерный анализ, чертеж размерной схемы, (А1), чертеж детали (А3), технологический процесс изготовления детали (3 листа А1).чертеж приспособления (А1),
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Технологический и конструкторский	Шамина О.Б.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Попова С.Н.
Социальная ответственность	Авдеева И.И.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Аннотация, ключевые слова	
Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Шамина О.Б.	кандидат технических наук, доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л41	Лу Ао		

Введение

Машиностроение традиционно является ведущей отраслью экономики. Развитие машиностроения определяется как разработкой принципиально новых конструкций машин, так и совершенствованием технологии их изготовления. Часто именно технологичность конструкции определяет, будет ли изделие широко использоваться.

В современной технологии машиностроения развитие происходит по следующим направлениям [5, 9].:

- повышение возможностей, качества и экономичности средств технологического оснащения (высокопроизводительные станки, инструмент с повышенной стойкостью и т. д.);
- создание максимально эффективных маршрутов технологических процессов;
- использование эффективной системы управления и планирования производства;
- комплексная автоматизация производства, включающая в себя разработку конструкций изделий, технологическое проектирование, календарное планирование и др.

Оправданное применение прогрессивного оборудования и инструмента способно привести к значительному снижению себестоимости продукции и трудоёмкости её производства. К таким же результатам может привести и использование совершенных методов получения заготовок с минимальными припусками под механическую обработку. В некоторых случаях целесообразно снижать технологичность изделия для повышения качества продукции, что может значительно повысить конкурентоспособность продукции и компенсировать дополнительные затраты. Стремление к технологичности в любом случае не должно приводить к ухудшению свойств изделия ниже конструктивно заданных.

Критерии построения эффективных маршрутов технологического процесса зависят от типа производства и возможностей предприятия. Одним из наиболее известных критериев является принцип постоянства баз. Маршрут должен быть рассчитан так, чтобы возможности оборудования были максимально использованы [4].

Автоматизация производства на всех его этапах позволяет существенно сократить время подготовки производства, внедрения новых изделий, уменьшить и упорядочить документооборот, оперативно вносить изменения в действующие технологические процессы. Сейчас уже высокотехнологичные производства (авиа- и автомобилестроение) не могут

оставаться на конкурентоспособном уровне без комплексных систем автоматизации.

В выпускной квалификационной работе решается задача по созданию эффективного технологического процесса изготовления детали. Технологический процесс разрабатывается для условий серийного производства.

Содержание

Введение-----	6
1. Технологический раздел	
1.1 Техническое задание -----	9
1.2 Определение типа производства-----	10
1.3 Анализ технологичности конструкции детали-----	13
1.4 Разработка технологии изготовления детали-----	15
1.5 Расчет допусков, припусков и технологических размеров-----	18
1.5.1 Допуски на конструкторские размеры-----	18
1.5.2 Допуски на технологические размеры-----	20
1.6 Анализ припусков и расчет технологических размеров-----	24
1.6.1 Расчёт припусков на осевые размеры-----	24
1.6.2 Расчёт припусков на диаметральные размеры-----	24
1.6.3 Расчёт технологических размеров-----	25
1.7 Выбор средств технологического оснащения-----	35
1.8 Расчет режимов резания-----	36
1.9 Расчет времени-----	61
2. Конструкторский раздел	
2.1 Анализ исходных данных-----	66
2.2 Разработка припильной расчетной схемы и компоновка приспособления-----	67
2.3 Выбор привода зажимного устройства и расчёт его параметров-----	67
2.4 Описание конструкции и работы приспособления-----	68
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение -----	69
4. Социальная ответственность -----	84
Заключение-----	99
Список литературы-----	100

1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1. Техническое задание

Разработать технологический процесс изготовления детали типа «Якорь». Чертёж детали представлен на рисунке 1.

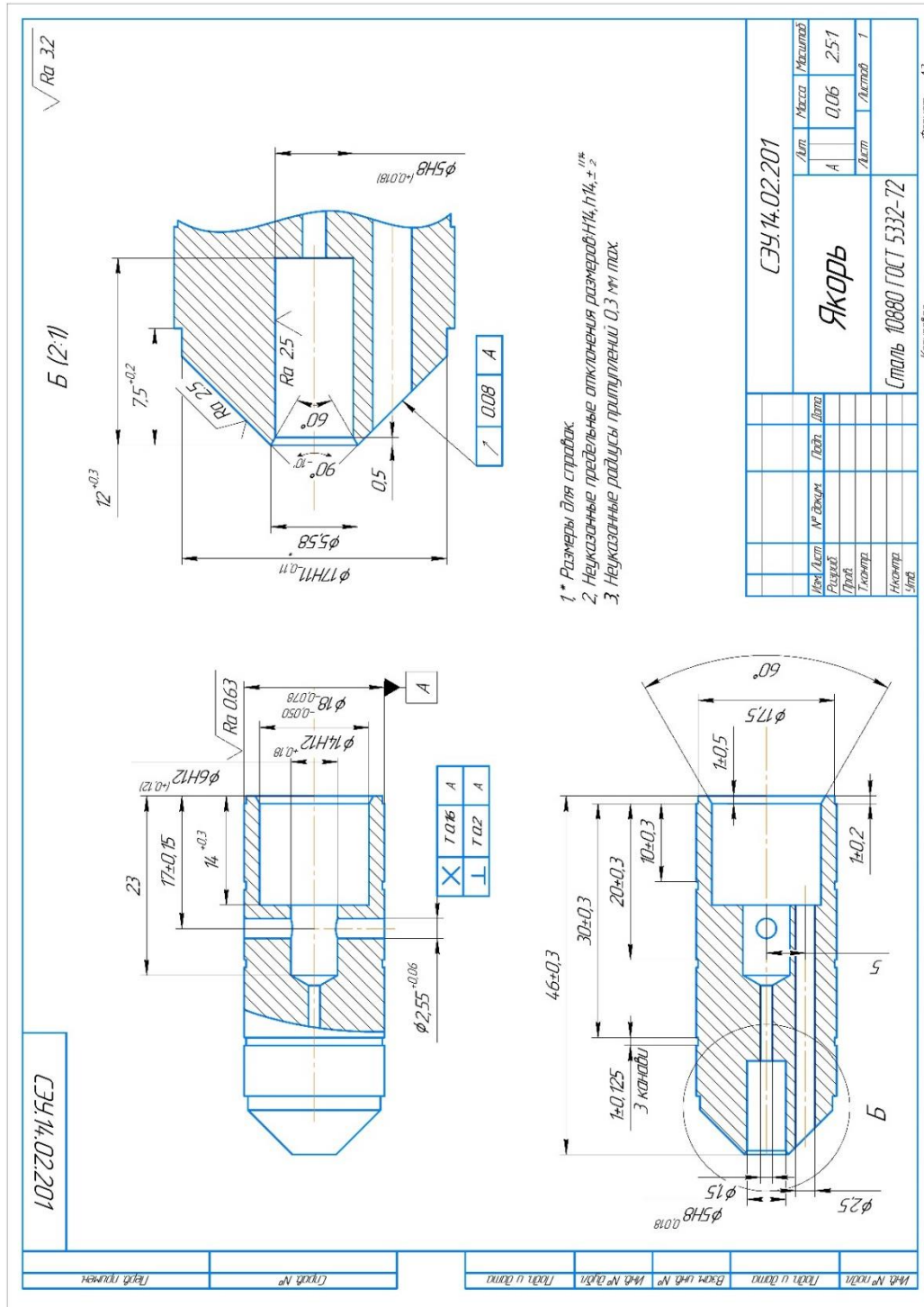


Рисунок 1.1- Чертёж детали

1.2.Определение типа производства

Тип производства определяем по коэффициенту закрепления операций, который находим по формуле:

$$K_{з.о} = \frac{t_b}{T_{ср}}, \quad (1)$$

где t_b – такт выпуска детали, мин.;

$T_{ср}$ – среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса, мин.

Такт выпуска детали определяем по формуле:

$$t_b = \frac{F_r}{N_r}$$

где F_r – годовой фонд времени работы оборудования, мин.;

N_r – годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования определяем по табл. 2.1 [1,стр.22] при двухсменном режиме работы: $F_r = 4029$ ч.

Годовая программа изделий $N = 70000$ шт.

Тогда

$$t_b = \frac{F_r}{N_r} = \frac{4029 \cdot 60}{70000} = 3.45 \text{ мин.}$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса

$$T_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.к.i}}{n}, \quad (2)$$

где $T_{ш.к.i}$ – штучно – калькуляционное время i - ой основной операции, мин. n – количество основных операций.

В качестве основных операций выберем 4 операции ($n=12$):

1 подрезка торец, 2 токарная операция и 1 сверлильная операция(см. операционную карту).

Штучно – калькуляционное время i - ой основной операции определяем по рекомендациям приложения 1 [1,стр.147]:

$$T_{ш.к.i} = \varphi_{к.i} \cdot T_{0.i}, \quad (3)$$

где $\varphi_{к.і}$ – коэффициент і- ой основной операции, зависящий от вида станка и типа предполагаемого производства;

$T_{0.і}$ – основное технологическое время і- ой операции, мин.

Для токарных операций (токарных с ЧПУ): $\varphi_{к.1} = 2,14$;

Основное технологическое время определяем по рекомендациям приложения[1,стр.146], где время зависит от длины и диаметра обрабатываемой поверхности, а также от вида обработки.

Основное технологическое время первой токарной операции определяем только для наиболее продолжительных по времени переходов (подрезка торца начерно и начисто, точение поверхности начерно и начисто, (см. операционную карту):

Основное технологическое время токарная операции (см. операционную карту):

$$T_{01}=0.19D^2$$

где D – наибольший диаметр обрабатываемого торца, мм;

d – наименьший диаметр обрабатываемого торца, мм;

l – длина обрабатываемой поверхности, мм.

Значения вышеперечисленных переменных определяем приближенно, по рис.1.

$$\text{Тогда } T_{01} = (0.19 * 19^2) * 10^{-3} = 0.069 \text{мин}$$

Штучно – калькуляционное время данной операции ,форм.:

$$T_{ш.к.1} = \varphi_{к.1} \cdot T_{0.1} = 2.14 * 0.069 = 0.147 \text{мин}$$

Основное технологическое время токарная операции (см. операционную карту):

$$T_{0.2} = 0,037 * (D^2 - d^2) + 4 * 0.63 * (D^2 - d^2) + 0.19D^2$$

$$\text{Тогда } T_{0.2} = \{0.037 * (19^2 - 18^2) + 4 * 0.63 * (18^2 - 17.5^2) + 0.19 * 17.5^2\} * 10^{-3} = 0.104 \text{мин}$$

Штучно – калькуляционное время данной операции определяем по форм. :

$$T_{ш.к.2} = \varphi_{к.2} \cdot T_{0.2} = 2,14 * 0.104 = 0.22 \text{мин.}$$

Основное технологическое время сверлильная операции (см. операционную карту):

$$T_{0.3} = 0.52dl + 0,21dl + 0.52dl + 0.52dl + 0.21dl + 0.52dl + 0.52dl + 0.52dl$$

$$= \{0.52 * 6 * 23 + 0.21 * 14 * 14 + 0.52 * 1 * 14 + 0.52 * 1.5 * 23 + 0.21 * 5 * 12 + 0.52 * 5 * 0.5 + 0.52 * 2.5 * 32 + 0.52 * 2.55 * 18\} * 10^{-3} = 0.22 \text{ мин.}$$

Штучно – калькуляционное время данной операции ,форм.:

$$T_{ш.к.3} = \varphi_{к.3} \cdot T_{0.3} = 1.72 \cdot 0.22 = 0.38 \text{ мин.}$$

Основное технологическое время токарная операции (см. операционную карту):

$$T_{0.4} = 0.17dl + 0.63(D^2 - d^2) \\ = 0.17 * 6.2 * 17 * 10^{-3} + 0.63 * (18^2 - 17^2) * 10^{-3} = 0.04 \text{ мин.}$$

Штучно – калькуляционное время данной операции ,форм.:

$$T_{ш.к.4} = \varphi_{к.4} \cdot T_{0.4} = 2.14 \cdot 0.04 = 0.086 \text{ мин.}$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса определяем по форм. (2):

$$T_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.к.i}}{n} = \frac{0.147 + 0.104 + 0.38 + 0.086}{4} = 0.18 \text{ мин.}$$

Тип производства определяем по формуле (1):

$$K_{3.0} = \frac{t_b}{T_{ср}} = \frac{3.45}{0.18} = 19.2$$

Типы производства характеризуются следующими значениями коэффициентов закрепления операций:

Тип производства	$K_{з.о.}$
Массовое	1
Серийное:	
крупносерийное	Св. 1 до 10
среднесерийное	Св. 10 до 20
мелкосерийное	Св. 20 до 40
Единичное	Св. 40

Так как $K_{3.0} = 19.2$, то типы производства характеризуются следующими значениями коэффициентов закрепления операций: среднесерийное

.Зависимость типа производства от объема выпуска (шт) и массы детали

Масса детали, кг	Тип производства				
	единич.	мелкосер	среднесер.	крупносер.	масс.
< 1,0	< 10	10-2000	1500-100 000	75 000-200 000	200 000
1,0-2,5	< 10	10-1000	1000-50 000	50 000-100 000	100 000
2,5-5,0	< 10	10-500	500-35 000	35 000-75 000	75 000
5,0-10	< 10	10-300	300-25 000	25 000-50 000	50 000
> 10	< 10	10-200	200-10 000	10 000-25 000	25 000

1.3. Анализ технологичности конструкции детали

Деталь – якорь– представляет собой тело вращения, изготавливаемое из Стали 10880. Деталь имеет достаточно простую конструкцию. Обеспечивается свободный доступ инструмента ко всем обрабатываемым поверхностям, Деталь имеет эксцентрическое отверстие небольшого диаметра и большой глубины. Поэтому необходимо использовать сверлильный станок для обработки. Общий размер детали очень мал, поэтому при обработке на сверлильном станке необходимо спроектировать специальные приспособления для установки и закрепления детали.

Характеристика стали 10880

Марка	<i>Сталь 10880 (Э10).</i>
Заменитель	<i>Сталь 10895</i>
Классификация	<i>Сталь электротехническая нелегированная</i>
Применение	<i>для применения в магнитных цепях электрических аппаратов и приборов</i>

Химический состав в % стали 10880

C	Si, <i>не более</i>	Mn, <i>не более</i>	S, <i>не более</i>	P, <i>не более</i>	Cu, <i>не более</i>
<i>до 0.035</i>	<i>0,3</i>	<i>0.3</i>	<i>до 0.03</i>	<i>До 0,020</i>	<i>До 0,3</i>

Механические свойства при T=20 оС стали 10880

Сортамент	s_b , МПа	d_5 , %	y , %
Сортовой горячекатаный прокат	270	24	60
Сортовой калиброванный прокат	350	4	-

где

s_b - Предел кратковременной прочности , [МПа]

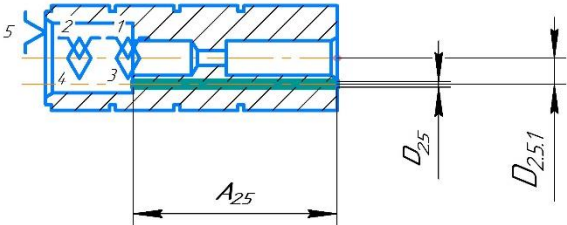
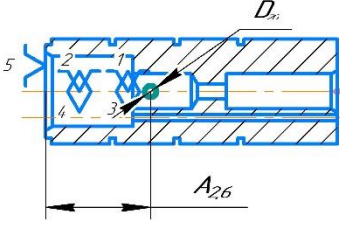
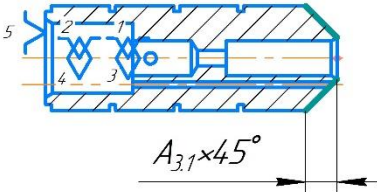
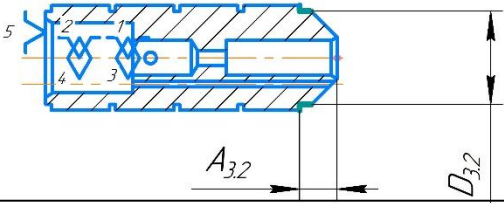
d_5 - Относительное удлинение при разрыве , [%]

y - Относительное сужение , [%]

1.4. Разработка технологии изготовления детали

Номер операции	перехода	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
5	A 0 1	<u>Заготовительная</u> Установить и снять деталь Отрезать заготовку, выдерживая размер A_{01}	
	A 0 1	<u>Токарная</u> Установить и снять деталь Точить поверхность, выдерживая размер A_{11} D_{11}	
10	2 3	Точить канавку A_{12} выдерживая размеры A_{12} Точить 3 канавки и поверхность, выдерживая размеры $A_{13.1}$ $A_{13.2}$ $A_{13.3}$ $A_{13.4}$ $A_{13.5}$ $A_{13.6}$	
	Б 0 1	<u>Токарная</u> Перевернуть и снять деталь Подрезать торец выдержав размеры A_{14}	

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
операции	перехода		
20	A	Сверлильная	
	0	Установить и снять деталь	
	1	Сверлить отверстие, выдерживая размер A_{211} D_{211} A_{212} D_{212}	
	2	Сверлить фаску, выдерживая размер $A_{22} \times 30^\circ$	
20	B	Сверлильная	
	0	Перевернуть и снять деталь	
	3	Сверлить отверстие, выдерживая размер A_{231} D_{231} A_{232} D_{232}	
	4	Сверлить фаску, выдерживая размер $A_{24} \times 30^\circ$	

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
операций	перехода		
20	5	Сверлить отверстие, выдерживая размер A_{25} и D_{25}	$\sqrt{Ra\ 3.2(\sqrt{I})}$ 
	6	Сверлить отверстие выдержав размеры A_{26} и D_{26}	$\sqrt{Ra\ 3.2(\sqrt{I})}$ 
30	A	Токарная	$\sqrt{Ra\ 2.5(\sqrt{I})}$ 
	0	Установить и снять деталь	
	1	Точить фаску, выдержав размер $A_{31} \times 45^\circ$	
	2	Точить поверхность, выдерживая размер A_{32} , D_{32}	$\sqrt{Ra\ 3.2(\sqrt{I})}$ 

Проверка обеспечения точности конструкторских размеров

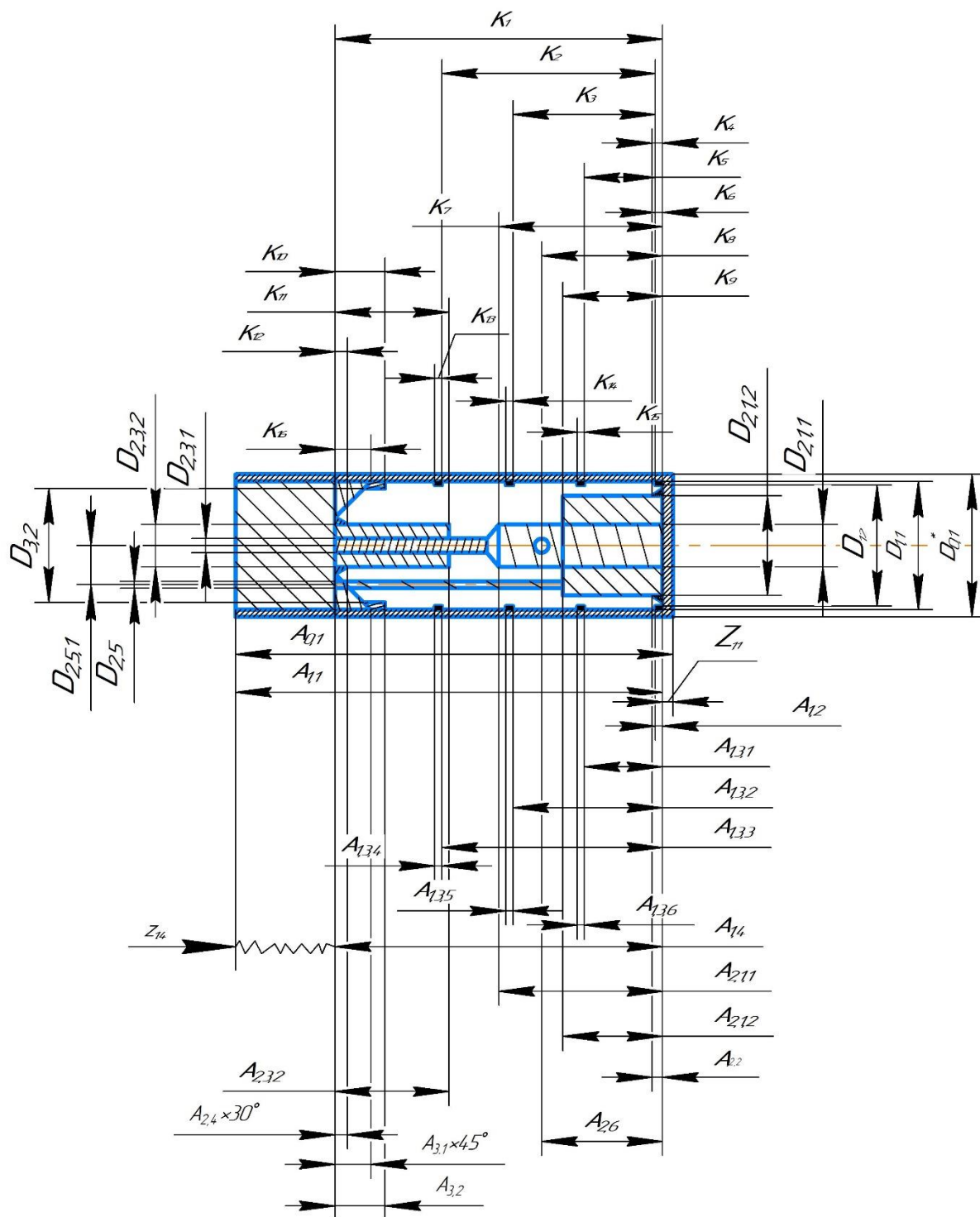


Рис.1.4.4 размерная схема

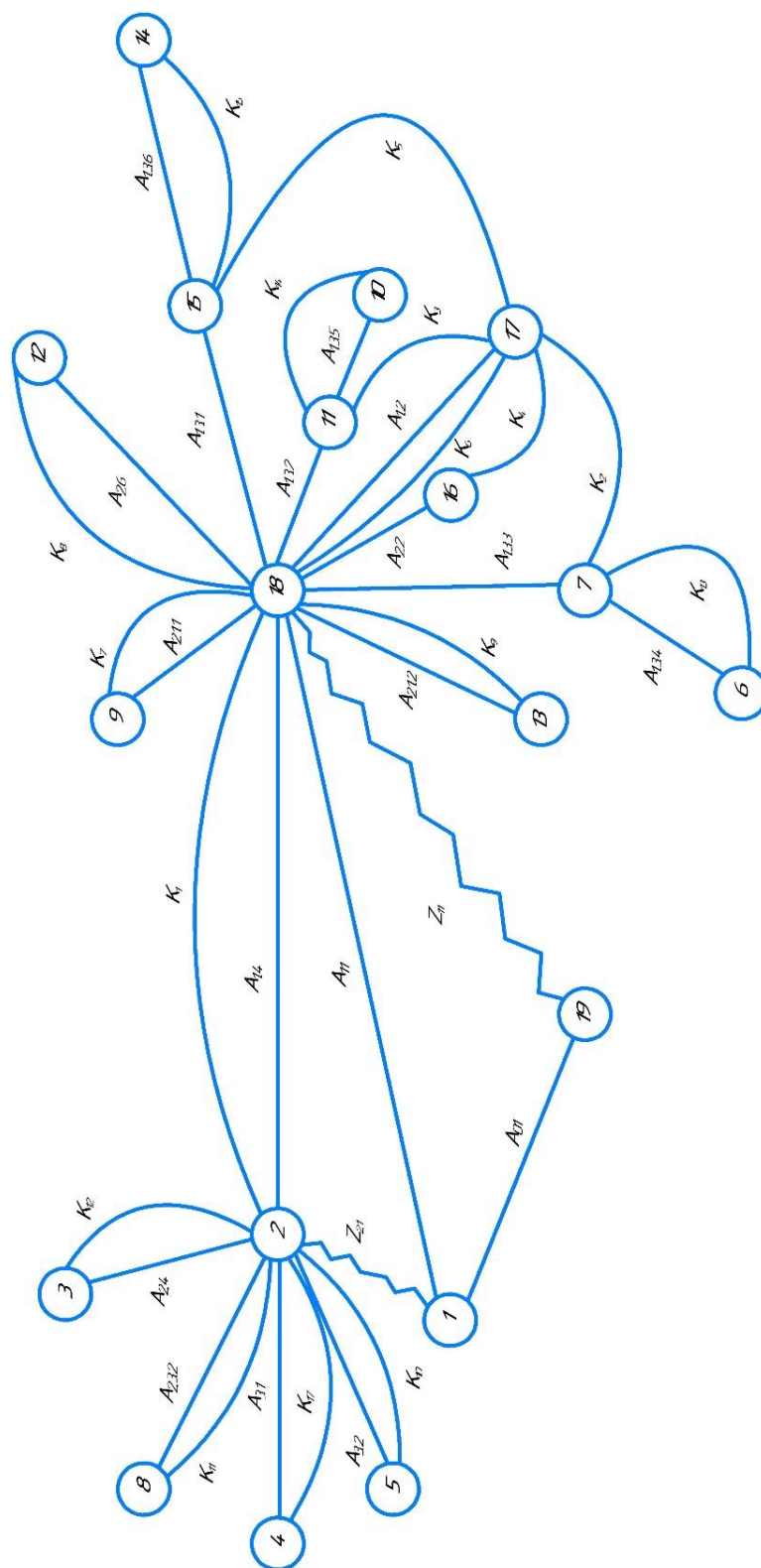


Рис.1.4.5 Граф технологических размерных цепей

1.5.Расчет допусков, припусков и технологических размеров

1.5.1 Допуски на конструкторские размеры

Из чертежа детали выписываем допуски на конструкторские размеры.

$$TK_1 = 46 \pm 0,3 = 0,6 \text{ мм};$$

$$TK_2 = 30 \pm 0,3 = 0,6 \text{ мм};$$

$$TK_3 = 20 \pm 0,3 = 0,6 \text{ мм};$$

$$TK_4 = 1 \pm 0.5 = 1 \text{ мм};$$

$$TK_5 = 10 \pm 0,3 = 0,6 \text{ мм};$$

$$TK_6 = 1 \pm 0.2 = 0.4 \text{ мм};$$

$$TK_7 = 23^{+0.52} = 0,52 \text{ мм};$$

$$TK_8 = 17 \pm 0.15 = 0.3 \text{ мм};$$

$$TK_9 = 14^{+0.3} = 0.3 \text{ мм};$$

$$TK_{10} = 7.5^{+0.2} = 0.2 \text{ мм};$$

$$TK_{11} = 12^{+0.3} = 3 \text{ мм};$$

$$TK_{12} = 0.5^{+0.14} = 0.14 \text{ мм};$$

$$TK_{13} = 1 \pm 0.125 = 0.25 \text{ мм};$$

$$TK_{14} = 1 \pm 0.125 = 0.25 \text{ мм};$$

$$TK_{15} = 1 \pm 0.125 = 0.25 \text{ мм};$$

$$TK_{16} = 6.21_{-0.197}^{-0.025} = 0.172 \text{ мм};$$

$$TK_{D1} = 6^{+0.12} = 0,12 \text{ мм};$$

$$TK_{D2} = 14^{+0.18} = 0,18 \text{ мм};$$

$$TK_{D3} = 18_{-0.078}^{-0.050} = 0.028 \text{ мм};$$

$$TK_{D4} = 2.5^{+0.25} = 0,25 \text{ мм};$$

$$TK_{D5} = 5^{+0.018} = 0.018 \text{ мм};$$

$$TK_{D6} = 5^{+0.3} = 0.3 \text{ мм};$$

$$TK_{D7} = 17.5^{+0.3} = 0.3 \text{ мм};$$

$$TK_{D8} = 17_{-0.11} = 0.11 \text{ мм};$$

$$TK_{D9} = 5.58^{+0.3} = 0.3 \text{ мм};$$

$$TK_{D10} = 1.5^{+0.25} = 0.25 \text{ мм}$$

1.5.2 Допуски на технологические размеры

Определение допусков на осевые технологические размеры

Допуски на осевые технологические размеры

$$TA_i = \omega_{ci} + \rho_{pi} + \varepsilon_{\sigma i}$$

Где ω_{ci} - статическая погрешность, мм;

ρ_{pi} - пространственное отклонение измерительной (технологической) базы, мм.

$\varepsilon_{\sigma i}$ - погрешность базирования, мм.

Допуски на осевые технологические размеры:

$$TA_{0,1} = \omega_c = 0,9 \text{ мм}$$

$$TA_{1,1} = \omega_c + \varepsilon_6 = 0,2 + 0,1 = 0,3 \text{ мм}$$

$$TA_{1,2} = TK_6 = 0.4 \text{ мм}$$

$$TA_{1,3,1} = \omega_c=0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{1,3,2} = \omega_c=0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{1,3,3} = \omega_c=0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{1,3,4} = TK_{13}=0,25 \text{ мм}$$

$$TA_{1,3,5} = TK_{14}=0,25 \text{ мм}$$

$$TA_{1,3,6} = TK_{15}=0,25 \text{ мм}$$

$$TA_{1,4} = TK_1=0,6 \text{ мм}$$

$$TA_{2,1,1} = TK_7 = 0,52 \text{ мм}$$

$$TA_{2,1,2} = TK_9=0,3 \text{ мм}$$

$$TA_{2,2} = TK_4=1 \text{ мм}$$

$$TA_{2,3,2} = TK_{11}=0.3 \text{ мм}$$

$$TA_{2,4} = TK_{12}=0.12 \text{ мм}$$

$$TA_{2,6} = TK_8=0,3 \text{ мм}$$

$$TA_{3,1} = TK_{16}=0,172 \text{ мм}$$

$$TA_{3,2} = TK_{10}=0,2 \text{ мм}$$

Определение допусков на диаметральные технологические размеры

Допуски на диаметральные размеры принимаются равными

$$TD_i = \omega_{ci},$$

где ω_{ci} - средние статистическая погрешность, мм.

Допуски на диаметральные технологические размеры:

$$TD_{0,1} = \omega_c = 0,3 \text{ мм}$$

$$TD_{1,1} = TK_{Д3} = 0,028 \text{ мм}$$

$$TD_{1,2} = TK_{Д7} = 0,3 \text{ мм}$$

$$TD_{2,1.1} = TK_{Д1} = 0,12 \text{ мм}$$

$$TD_{2,1.2} = TK_{Д2} = 0,18 \text{ мм}$$

$$TD_{2,3.1} = TK_{Д2} = 0,3 \text{ мм}$$

$$TD_{2.3.2} = TK_{Д5} = 0,018 \text{ мм}$$

$$TD_{2.5} = TK_{Д4} = 0,25 \text{ мм}$$

$$TD_{2.5.1} = TK_{Д6} = 0,3 \text{ мм}$$

$$TD_{3.2} = TK_{Д8} = 0,11 \text{ мм}$$

1.6. Анализ припусков и расчет технологических размеров

1.6.1 Расчёт припусков на осевые размеры

Минимальный припуск на осевые размеры определяется по формуле:

$$Z_{i \min} = R_{Z_{i-1}} + h_{i-1} + \rho_{i-1}$$

где $Z_{i \min}$ - минимальный припуск на обработку поверхности вращения, мм;

$R_{Z_{i-1}}$ - шероховатость с предыдущего перехода, мм;

h_{i-1} - толщина дефектного поверхностного слоя, сформированного с предыдущего перехода, мм;

ρ_{i-1} - суммарная погрешность формы, полученная на предшествующем переходе, мм;

$$Z_{11}^{\min} = R_{Z_{01}} + h_{01} + \rho_{01} = 0,1 + 0,1 + 0,03 = 0,23 \text{ мм};$$

$$Z_{14}^{\min} = 0,1 + 0,1 + 0,01 = 0,21 \text{ мм};$$

1.6.2 Расчёт припусков на диаметральные размеры

Минимальный припуск на обрабатываемый диаметр определяется по формуле [2]:

$$Z_{i \min} = 2 \left(R_{Z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right)$$

где ε_{yi} - погрешность установки на выполняемом переходе

$$Z_{Д11}^{\min} = 2 \left(R_{Z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right) = 2(0,1 + 0,1 + \sqrt{0,1^2 + 0,15^2})$$

$$= 0,76 \text{ мм};$$

1.6.3 Расчёт технологических размеров

При расчёте методом максимума-минимума условие обеспечения точности конструкторского размера проверяется по формуле [2]:

$$TK \geq \sum_{i=1}^{n+p} TA_i.$$

Расчёт технологических размеров на осевые размеры

1.Рассмотрим размерную цепь для размера K_1 (рис. 1.6.1).

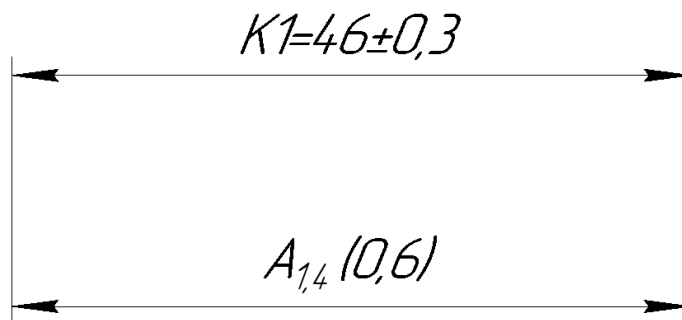


Рис. 1.6.1. Размерная цепь № 1

Для размера K_1 (см. рисунок 1.6.1): $TK_1 = 0,6 \geq 0,6 = TA_{1,4}$, т. е. размер K_1 может быть обеспечен с заданной точностью.

2.Рассмотрим размерную цепь для размера K_2 (рис.1.6.2).

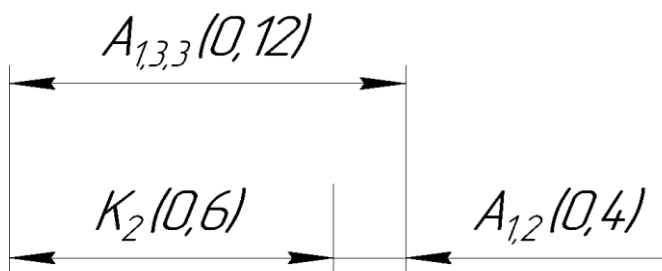


Рис. 1.6.2. Размерная цепь № 2

Для размера K_2 (см. рисунок 1.6.2): $TK_2 = 0,6 > 0,12 + 0,4 =$
 $= TA_{1,3,3} + TA_{1,2}$

т. е. размер K_2 может быть обеспечен с заданной точностью.

3.Рассмотрим размерную цепь для размера K_3 (рис.1. 6.3).

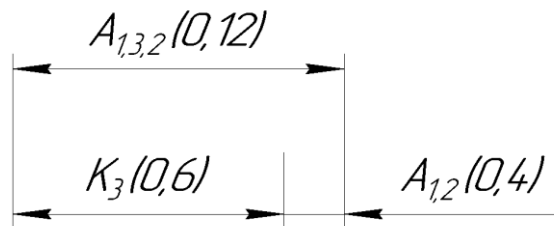


Рис. 1.6.3. Размерная цепь № 3

Для размера K_3 (см. рисунок 1.6.3): $TK_3 = 0,6 > 0,12 + 0,4 =$
 $= TA_{1.3.2} + TA_{1.2}$, т. е. размер K_3 может быть обеспечен с заданной точностью.

4.Рассмотрим размерную цепь для размера K_4 (рис. 1.6.4).

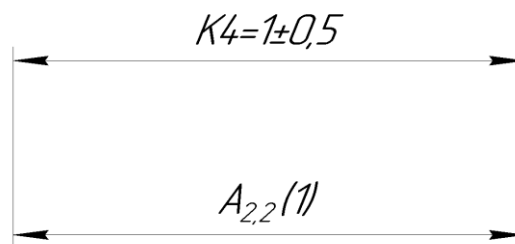


Рис. 1.6.4. Размерная цепь № 4

Для размера K_4 (см. рисунок 1.6.4): $TK_4 = 1 = TA_{2,2}$, т. е. размер K_4 может быть обеспечен с заданной точностью.

5.Рассмотрим размерную цепь для размера K_5 (рис. 1.6.5).

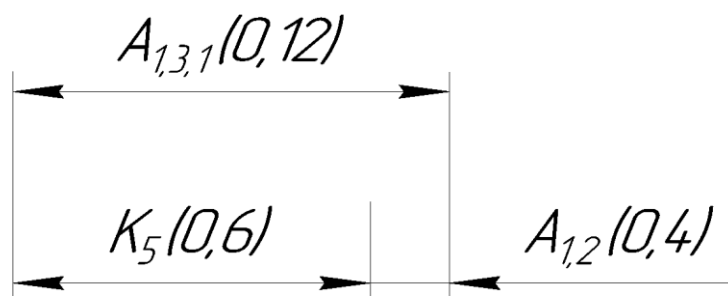


Рис. 1.6.5. Размерная цепь № 5

Для размера K_5 (см. рисунок 1.6.5): $TK_5 = 0,6 > 0,12 + 0,4 =$
 $= TA_{1.3.1} + TA_{1.2}$, т. е. размер K_5 может быть обеспечен с заданной точностью.

6.Рассмотрим размерную цепь для размера K_6 (рис. 1.6.6).

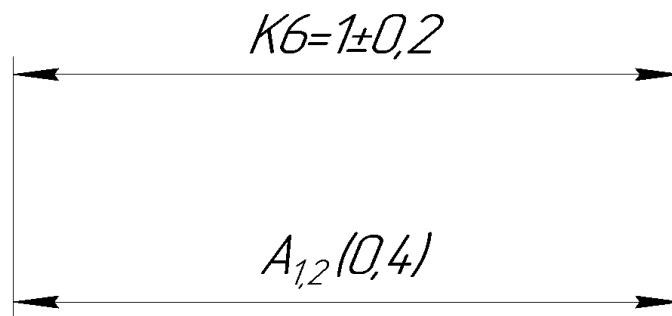


Рис. 1.6.6. Размерная цепь № 6

Для размера K_6 (см. рисунок 1.6.6): $TK_6 = 0,4 \geq 0,4 = TA_{1,2}$, т. е. размер K_6 может быть обеспечен с заданной точностью.

7.Рассмотрим размерную цепь для размера K_7 (рис. 1.6.7).

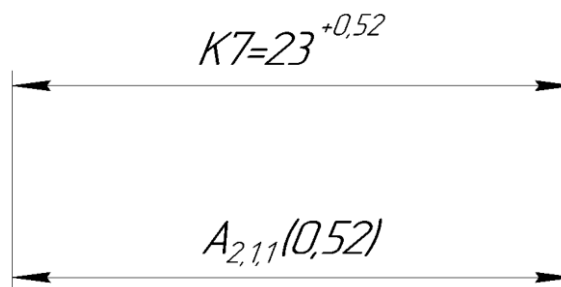


Рис. 1.6.7. Размерная цепь № 7

Для размера K_7 (см. рисунок 1.6.7): $TK_7 = 0,52 \geq 0,52 = TA_{2,11}$, т. е. размер K_7 может быть обеспечен с заданной точностью.

8.Рассмотрим размерную цепь для размера K_8 (рис. 1.6.8).

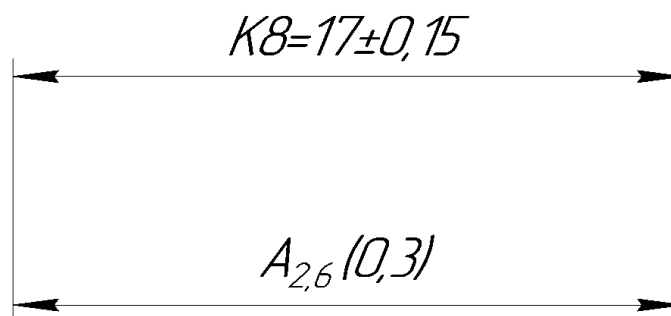


Рис. 1.6.8. Размерная цепь № 8

Для размера K_7 (см. рисунок 1.6.8): $TK_7 = 0,3 \geq 0,3 = TA_{2,6}$, т. е. размер K_8 может быть обеспечен с заданной точностью.

9.Рассмотрим размерную цепь для размера K_9 (рис. 1.6.9).

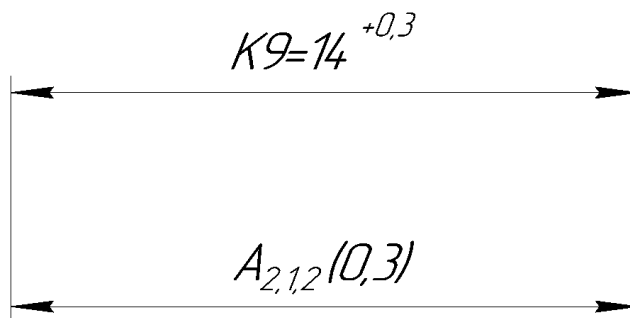


Рис. 1.6.9. Размерная цепь № 9

Для размера K_9 (см. рисунок 1.6.9): $TK_9 = 0,3 \geq 0,3 = TA_{2,12}$, т. е. размер K_9 может быть обеспечен с заданной точностью.

10.Рассмотрим размерную цепь для размера K_{10} (рис. 1.6.10).

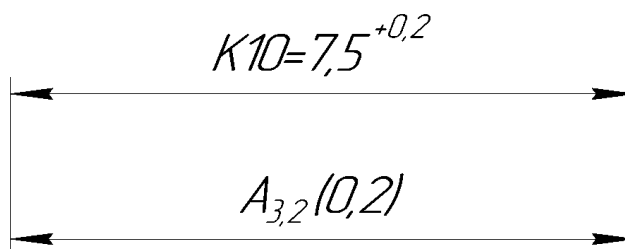


Рис. 1.6.10. Размерная цепь № 10

Для размера K_{10} (см. рисунок 1.6.10): $TK_{10} = 0,2 \geq 0,2 = TA_{3,2}$, т. е. размер K_{10} может быть обеспечен с заданной точностью.

11.Рассмотрим размерную цепь для размера K_{11} (рис. 1.6.11).

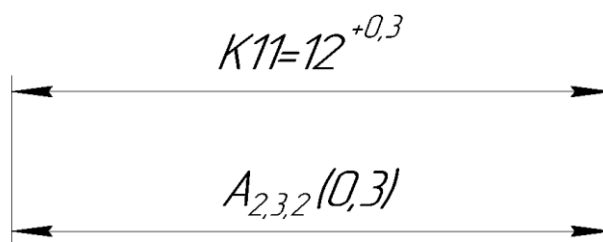


Рис. 1.6.11. Размерная цепь № 11

Для размера K_{11} (см. рисунок 1.6.11): $TK_{11} = 0.3 \geq 0.3 = TA_{2.3.2}$, т. е. размер K_{11} может быть обеспечен с заданной точностью.

12. Рассмотрим размерную цепь для размера K_{12} (рис. 1.6.12).

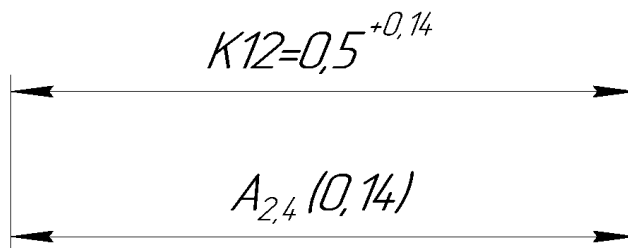


Рис. 1.6.12. Размерная цепь № 12

Для размера K_{12} (см. рисунок 1.6.12): $TK_{12} = 0.14 \geq 0.14 = TA_{2.4}$, т. е. размер K_{12} может быть обеспечен с заданной точностью.

13. Рассмотрим размерную цепь для размера K_{13} (рис. 1.6.13).

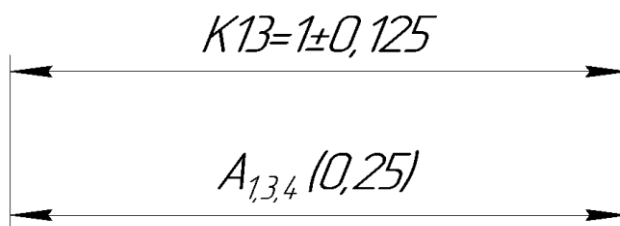


Рис. 1.6.13. Размерная цепь № 13

Для размера K_{13} (см. рисунок 1.6.13): $TK_{13} = 0.25 \geq 0.25 = TA_{1.3.4}$, т. е. размер K_{13} может быть обеспечен с заданной точностью.

14. Рассмотрим размерную цепь для размера K_{14} (рис. 1.6.14).

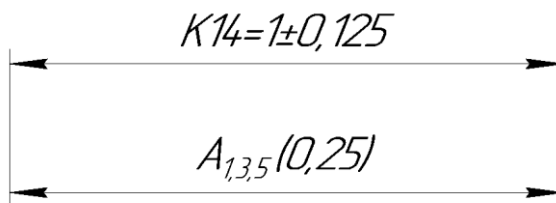


Рис. 1.6.14. Размерная цепь № 14

Для размера K_{14} (см. рисунок 1.6.14): $TK_{14} = 0.25 \geq 0.25 = TA_{1.3.5}$, т. е. размер K_{14} может быть обеспечен с заданной точностью.

15.Рассмотрим размерную цепь для размера K_{15} (рис. 1.6.15).

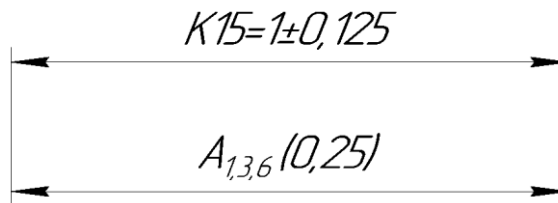


Рис. 1.6.15. Размерная цепь № 15

Для размера K_{15} (см. рисунок 1.6.15): $TK_{15} = 0,25 \geq 0,25 = TA_{1,3,6}$, т. е. размер K_{15} может быть обеспечен с заданной точностью.

16.Рассмотрим размерную цепь для размера K_{16} (рис. 1.6.16).

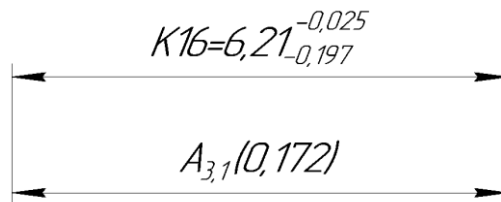


Рис. 1.6.16. Размерная цепь № 16

Для размера K_{16} (см. рисунок 1.6.16): $TK_{16} = 0,172 \geq 0,172 = TA_{3,1}$, т. е. размер K_{16} может быть обеспечен с заданной точностью.

17.Рассмотрим размерную цепь для размера A_{11} (рис. 1.6.17).

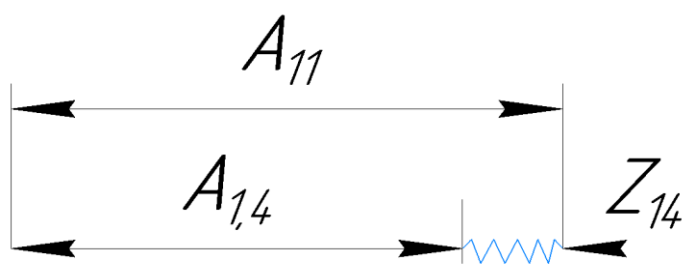


рис. 1.6.17. Размерная цепь № 17

$$Z_{14}^C = Z_{14}^{min} + \frac{TA_{14} + TA_{11}}{2} = 0,23 + \frac{0,6 + 0,3}{2} = 0,69 \text{ мм};$$

$$A_{11}^C = A_{14}^C + Z_{14}^C = 46 + 0,69 = 46,69 \text{ мм};$$

$$A_{11} = 46,69 \pm 0,15 \text{ мм};$$

18.Рассмотрим размерную цепь для размера A_{01} (рис. 1.6.18).

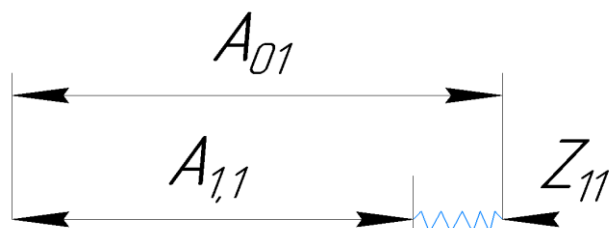


рис. 1.6.18.Размерная цепь № 18

$$Z_{11}^C = Z_{11}^{min} + \frac{TA_{01} + TA_{11}}{2} = 0,21 + \frac{0,9 + 0,3}{2} = 0,81 \text{ мм};$$

$$A_{01}^C = A_{11}^C + Z_{14}^C = 46,69 + 0,81 = 47,5 \text{ мм};$$

$$A_{01} = 47,5 \pm 0,45 \text{ мм};$$

Расчёт технологических размеров на диаметральные размеры

1.Рассмотрим размерную цепь №19(рис. 1.6.19).

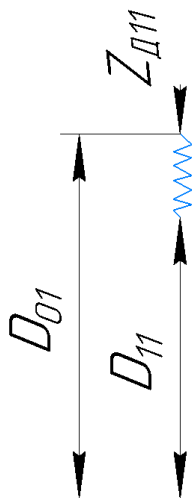


Рис. 1.6,19. Размерная цепь №19

$$Z_{Д11}^C = Z_{Д11}^{min} + \frac{TD_{11} + TD_{01}}{2} = 0,76 + \frac{0,3 + 0,028}{2} = 0,924 \text{ мм};$$

$$D_{01}^C = D_{11}^C + Z_{Д11}^C = 18 + 0,924 = 18,924 \text{ мм};$$

$$D_{01} = 18,924 \pm 0,15 \text{ мм};$$

Выбираем труб наружным диаметром $D_{01} = 19 \pm 0,15 \text{ мм};$

2.Рассмотрим размерную цепь №20 (рис. 1.6.20).



Рис. 1.6,20. Размерная цепь №20

$$D_{11}=K_{Д3}=18_{-0,078}^{-0,050}\text{мм};$$

3.Рассмотрим размерную цепь №21 (рис. 1.6.21).



Рис. 1.6,21. Размерная цепь №21

$$D_{12}=K_{Д7}=17.5\text{мм};$$

4.Рассмотрим размерную цепь №22 (рис. 1.6.22).



Рис. 1.6,22. Размерная цепь №22

$$D_{2,1.1}=K_{Д1}=6^{+0,12}\text{мм};$$

5.Рассмотрим размерную цепь №23 (рис. 1.6.23).



Рис. 1.6,23. Размерная цепь №23

$$D_{2.1.2}=K_{Д2}=14^{+0.18}\text{мм};$$

6.Рассмотрим размерную цепь №24 (рис. 1.6.24).



Рис. 1.6,24. Размерная цепь №24

$$D_{2.3.1}=K_{Д11}=1.5^{+0.25}\text{мм};$$

7.Рассмотрим размерную цепь №25 (рис. 1.6.25).



Рис. 1.6,25. Размерная цепь №25

$$D_{2.3.2}=K_{Д5}=5^{+0.018}\text{мм};$$

8. Рассмотрим размерную цепь №26 (рис. 1.6.26).



Рис. 1.6,26. Размерная цепь №26

$$D_{2,5}=K_{Д4}=2.5^{+0.25}\text{мм};$$

9. Рассмотрим размерную цепь №27 (рис. 1.6.27).

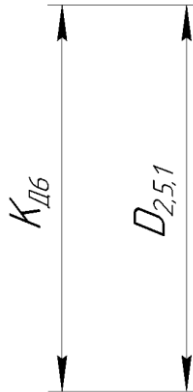


Рис. 1.6,27. Размерная цепь №27

$$D_{2,5,1}=K_{Д6}=5^{+0.3}\text{мм};$$

10. Рассмотрим размерную цепь №28 (рис. 1.6.28).



Рис. 1.6,28. Размерная цепь №28

$$D_{3,2}=K_{Д8}=17_{-0.11}\text{мм};$$

1.7.Выбор средств технологического оснащения

В технологическом процессе имеется две токарных операций , одна сверлильная операция .

Для двух токарных операций выберем горизонтальный токарно-револьверный станок(Токарный станок с ЧПУ модель DMG CTX 310 ecoline)

Токарный станок с ЧПУ модель DMG CTX 310 ecoline

Технические характеристики:

Диаметр над станиной,мм	330
Диаметр патрона,мм	210
Проходной диаметр прутка,мм	51
Радиальное перемещение X,мм	160
Осевое перемещение Z,мм	450
Максимальный диаметр обработки,мм	200
Мощность главного привода (40/100% ED) ,кВт	16,5*/11*
Крутящий момент (40/100% ED, Нм	166,5*/112*
Число оборотов, об/мин	5000
Количество инструментов (приводных)**	12(6)**

Для сверлильных операций выберем вертикально-сверлильный станок (Optimum B34H Vario)

Вертикально-сверлильный станок Optimum B34H Vario (220 В, резбонарезание)

Технические характеристики:

Двигатель	2,2 кВт 220 В ~50 Гц
Максимальный диаметр сверления в стали	34 мм
Максимальный диаметр продолжительного сверления в стали	26 мм
Вылет оси шпинделя	285 мм
Перемещение пиноли	160 мм
Частота вращения шпинделя	40 - 5000 об/мин
Размер стола	420 х 400 мм
Габаритные размеры	920 х 595 х 1930 мм
Масса Opti V34H Vario станка	290 кг

1.8. Расчет режимов резания

Расчет режимов резания по эмпирическим зависимостям проводим для двойной перехода токарно-револьверной операции , и сверлильной операции.

Операции 0:Токарная с ЧПУ:

Переход 1: подрезка торцев:

Материал режущего инструмента – Т5К10*.(* Без охлаждения)

1. Глубина резания: $t_{0,1} = \frac{D_{01}}{2 \cdot 10} = 0,95 \text{ мм.}$

2. Подачу S назначаем по таблице 11[4, с.364]. $s = 0,4 \text{ мм/об;}$

3.Скорость резания определяется по формуле: $v = \frac{C_v}{T^{m \cdot s \cdot y}} \cdot K_v$

Период стойкости инструмента $T=30\text{-}60 \text{ мин}$ [4, с.363], принимаем $T=60\text{мин;}$

Значение коэффициентов : $C_v = 47; y=0,8; m=0,2;$

— определены по таблице 17 [4,с.367].

коэффициент K_v : $K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV}$

Где K_{MV} —коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

K_{MV} —с, отражающий состояние поверхности заготовки;

K_{MV} –коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

По табл.3[4,с,360]: $K_{MV} = 0,9$.

По табл.5[4,с,361]: $K_{PV} = 0,9$.

По табл.6[4,с,361]: $K_{IV} = 1,4$

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 1,4 = 1,1;$$

Скорость резания определяем:

$$v = \frac{47}{40^{0,2} \cdot 0,4^{0,8}} \cdot 1,1 = 51,46 \text{ м/мин};$$

4.Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 51,46}{3,14 \cdot 19} = 862,55 \text{ об/мин};$$

5.Определяем главную составляющую силы резания по формуле: $P_z = 10 \cdot$

$$C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p,$$

Значение коэффициентов : $C_p = 408$; $x=0,72$; $y=0,8$; $n=0$;

—определены по таблице 22 [4,с,372].

коэффициент K_p : $K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$

коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам23[4,с,371].

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{750}{750} \right)^1 = 1.$$

$$K_{mp} = 1; K_{\varphi p} = 0,89; K_{\gamma p} = 1,0; K_{\lambda p} = 1,0; K_{rp} = 1,0;$$

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 1 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,89;$$

Главная составляющая силы резания, формула (4):

$$P_z = 10 \cdot 408 \cdot 0,95^{0,72} \cdot 0,4^{0,8} \cdot 51,46^0 \cdot 0,89 = 1681,4 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{1681,4 \cdot 51,46}{1020 \cdot 60} = 1,41 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N_{CT} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{1,41}{0,85} = 1,66 \text{ кВт};$$

Проверка по мощности:

$$N_{CT} \leq N$$

$$1,66 \text{ кВт} < 16,5 \text{ кВт}$$

Операции 1:Токарная с ЧПУ

Переход 1: точение поверхности:

Материал режущего инструмента – Т15К6*.

1.Глубина резания: $t = Z_{11} = 0,81 \text{ мм}$.

2.Подача: $s = 0,8 \text{ мм/об}$;

3.Скорость резания определяется по формуле: $v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v$

Период стойкости инструмента $T = 30\text{-}60 \text{ мин}$ [4, с.363], принимаем $T = 60 \text{ мин}$;

Значение коэффициентов : $C_v = 280; x = 0,15; y = 0,45; m = 0,2$;

— определены по таблице 17 [4,с,367].

По табл.3[4,с,360]: $K_{MV} = 0,9$.

По табл.5[4,с,361]: $K_{PV} = 0,9$.

По табл.6[4,с,361]: $K_{IV} = 1,9$

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 1,9 = 1,5;$$

Скорость резания определяется по формуле (9) :

$$v = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 0,81^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 1,5 = 211,32 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 211,32}{3,14 \cdot 18} = 3738,9 \text{ об/мин};$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p$$

Значения коэффициентов: $C_p = 300$; $n = 0$; $x = 1,0$; $y = 0,75$

– определены по таблице 22 [4, с.372].

коэффициент K_p : $K_p = K_{mp} \cdot K_{фp} \cdot K_{yp} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [4, с.371]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{850}{750} \right)^1 = 1,1.$$

$$K_{mp} = 1,1; K_{фp} = 0,89; K_{yp} = 1,0; K_{\lambda p} = 1,0; K_{rp} = 1,0;$$

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{фp} \cdot K_{yp} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = \left(\frac{850}{750} \right)^1 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1;$$

Главная составляющая силы резания, формула (4):

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,81^1 \cdot 0,8^{0,75} \cdot 211,32^0 \cdot 1 = 2055,53 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{2055,53 \cdot 211,32}{1020 \cdot 60} = 7,10 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N_{CT} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{7,10}{0,85} = 8,35 \text{ кВт};$$

Проверка по мощности:

$$N_{CT} \leq N$$

$$8,35 \text{ кВт} < 16,5 \text{ кВт}$$

Операции 1: Токарная с ЧПУ

Переход 2: точение канавки:

Материал режущего инструмента – Т15К6*;

$$1. \text{Глубина резания: } t = \frac{D_{11}^c - D_{12}^c}{2} = \frac{18 - 17,5}{2} = 0,25 \text{ мм}$$

$$2. \text{Подача: } s = 0,1 \text{ мм/об};$$

$$3. \text{Скорость резания определяется по формуле: } v = \frac{C_v}{T^{m \cdot t^x \cdot s^y}} \cdot K_v$$

Период стойкости инструмента $T=30-60$ мин [4, с.363], принимаем $T=60$ мин;

Значение коэффициентов : $C_v = 250; x=0,3; y=0,15; m=0,18$;

— определены по таблице 17 [4, с.367].

По табл.3[4, с.360]: $K_{MV} = 0,9$.

По табл.5[4, с.361]: $K_{PV} = 0,9$.

По табл.6[4, с.361]: $K_{IV} = 1,4$

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 1,4 = 1,1;$$

Скорость резания определяется по формуле (9) :

$$v = \frac{250}{60^{0,18} \cdot 0,25^{0,3} \cdot 0,1^{0,15}} \cdot 1,1 = 281,76 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 281,76}{3,14 \cdot 17,5} = 4127.6 \text{ об/мин};$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p$$

Значения коэффициентов: $C_p = 204$; $n = 0$; $x = 1,0$; $y = 0,75$

– определены по таблице 22 [4, с.372].

коэффициент K_p : $K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [4, с.371]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{850}{750} \right)^1 = 1,1.$$

$$K_{mp} = 1,1; K_{\varphi p} = 0,89; K_{\gamma p} = 1,0; K_{\lambda p} = 1,0; K_{rp} = 1,0;$$

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = \left(\frac{850}{750} \right)^1 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1;$$

Главная составляющая силы резания, формула (4):

$$P_z = 10 \cdot 408 \cdot 0,25^{0,72} \cdot 0,2^{0,8} \cdot 281,76^0 \cdot 1 = 414,95 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{414,95 \cdot 281,8}{1020 \cdot 60} = 1,91 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N_{CT} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{1,91}{0,85} = 2,25 \text{ кВт};$$

Проверка по мощности:

$$N_{CT} \leq N$$

$$2,25 \text{ кВт} < 16,5 \text{ кВт}$$

Операции 1: Токарная с ЧПУ

Переход 3: подрезка торца:

Материал режущего инструмента – Т5К10*.

Глубина резания: $t = Z_{14}^c = 0,69$ мм.

2.Подачу S назначаем по таблице 14 [4,с,366].

$$s=0,6 \cdot 0,5=0,3 \text{ мм/об};$$

3.Скорость резания определяется по формуле:3.Скорость резания

определяется по формуле: $v = \frac{C_v}{T^{m \cdot sy}} \cdot K_v$

Период стойкости инструмента $T=30-60$ мин [4, с.363], принимаем $T=40$ мин;

Значение коэффициентов : $C_v = 47; y=0,8; m=0,2;$

— определены по таблице 17 [4,с,367].

коэффициент K_v : $K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV}$

Где K_{MV} —коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

K_{MV} —с, отражающий состояние поверхности заготовки;

K_{MV} —коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

По табл.3[4,с,360]: $K_{MV} = 0,9$.

По табл.5[4,с,361]: $K_{PV} = 0,9$.

По табл.6[4,с,361]: $K_{IV} = 1,4$

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 1,4 = 1,1;$$

Скорость резания определяем:

$$v = \frac{47}{40^{0,2} \cdot 0,3^{0,8}} \cdot 1,1 = 64.77 \text{ м/мин};$$

4.Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 64.77}{3,14 \cdot 18} = 1145.96 \text{ об/мин};$$

5.Определяем главную составляющую силы резания по формуле: $P_z = 10 \cdot$

$$C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p,$$

Значение коэффициентов : $C_p = 408$; $x=0,72$; $y=0,8$; $n=0$;

—определены по таблице 22 [4,с,372].

коэффициент K_p : $K_p = K_{mp} \cdot K_{фp} \cdot K_{yp} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$

коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 23 [4,с,371].

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{750}{750} \right)^1 = 1.$$

$$K_{mp} = 1; K_{фp} = 0,89; K_{yp} = 1,0; K_{\lambda p} = 1,0; K_{rp} = 1,0;$$

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{фp} \cdot K_{yp} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 1 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,89;$$

Главная составляющая силы резания, формула (4):

$$P_z = 10 \cdot 408 \cdot 0.69^{0,72} \cdot 0,2^{0,8} \cdot 64.77^0 \cdot 0,89 = 767.09 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{76.09 \cdot 64.77}{1020 \cdot 60} = 0.81 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N_{ст} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0.81}{0,85} = 0.95 \text{ кВт};$$

Проверка по мощности:

$$N_{CT} \leq N$$

$$0,95 \text{ кВт} < 16,5 \text{ кВт}$$

Операции 2: Сверлильная

Переход 1,1: Сверлить отверстие(сверло ф6):

Материал сверла – быстрорежущая сталь Р6М5.

1. Глубина резания $t = 0,5 \cdot D = 0,5 \cdot 6 = 3 \text{ мм}$.

2. Подача по таблице 25 [4, с.277]: $S=0,09 \text{ мм/об}$. Принимаем по паспорту $S=0,1 \text{ мм/об}$.

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v,$$

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 30 [4, с.279]: $T=60 \text{ мин}$.

Значения коэффициентов: $C_v = 7,0$; $q = 0,4$; $m = 0,2$; $y = 0,7$ – определены по таблице 28 [4, с.278].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IIV},$$

где K_{IV} - коэффициент, учитывающий глубину сверления.

$$K_{MV} = K_r \cdot \left(\frac{750}{600} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{600} \right)^{0,9} = 1,22.$$

Значение коэффициента K_r и показатель степени n_v для сверла из быстрорежущей стали при обработке заготовки из стали 45 берем из таблицы 2 [4, с.262]: $K_r = 1,0$, $n_v = 0,9$.

По таблице 6 [4, с.263] $K_{IV} = 1,0$.

По табл. 31 [4, с.280]: $K_{IV} = 1$.

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV} = 1,22 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,22.$$

Скорость резания, формула[4]:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{7,0 \cdot 6^{0,4}}{60^{0,2} \cdot 0,1^{0,7}} \cdot 1,22 = 38,64 \text{ м / мин.}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 38,64}{3,14 \cdot 6} = 2050,9 \text{ об/мин.}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\text{ст}} = 2100 \text{ об/мин.}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 6 \cdot 2100}{1000} = 39,6 \frac{\text{м}}{\text{мин.}}$$

6. Определяем крутящий момент по формуле:

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P.$$

Значения коэффициентов: $C_M = 0,0345$; $q = 2,0$; $y = 0,8$ – определены по таблице 32 [4, с. 281].

Коэффициент $K_P = K_{MP} = 0,85$

Крутящий момент, формула :

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P = 10 \cdot 0,0345 \cdot 6^2 \cdot 0,1^{0,8} \cdot 0,85 = 1,67 \text{ Н·м.}$$

7. Определяем осевую силу по формуле:

$$P_o = 10 \cdot C_P \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P$$

Значения коэффициентов: $C_p = 68$; $q = 1,0$; $y = 0,7$ – определены по таблице 32 [4, с.281].

Осевая сила по формуле [4]:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 68 \cdot 6^{1,0} \cdot 0,1^{0,7} \cdot 0,85 = 691,9 \text{ Н.}$$

8. Мощность резания:

$$N = \frac{M_{KP} \cdot n_{\phi}}{9750} = \frac{1 \cdot 67 \cdot 2100}{9750} = 0,35 \text{ кВт.}$$

Мощность электродвигателя станка 2,2 кВт, она достаточна для выполнения операции.

Операции 2: Сверлильная

Переход 1,2: Сверлить отверстие(цекование ф14):

Материал сверла – быстрорежущая сталь Р6М5.

1. Глубина резания $t = 0,5 \cdot D = 0,5 \cdot 14 = 7 \text{ мм.}$

2. Подача по таблице 25 [4, с.277]: $S=0,09 \text{ мм/об.}$ Принимаем по паспорту $S=0,1 \text{ мм/об.}$

3. Скорость резания определяется по формуле[4]:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v,$$

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 30 [4, с.279]: $T=60 \text{ мин.}$

Значения коэффициентов: $C_v = 7,0$; $q = 0,4$; $m = 0,2$; $y = 0,7$ – определены по таблице 28 [4, с.278].

Коэффициент K_v :

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{ИV},$$

где K_{IV} - коэффициент, учитывающий глубину сверления.

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \cdot \left(\frac{750}{600} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{600} \right)^{0,9} = 1,22.$$

Значение коэффициента K_{Γ} и показатель степени n_v для сверла из быстрорежущей стали при обработке заготовки из стали 45 берем из таблицы 2 [4, с.262]: $K_{\Gamma} = 1,0$, $n_v = 0,9$.

По таблице 6 [4, с.263] $K_{ИV} = 1,0$.

По табл. 31 [4, с.280]: $K_{IV} = 1$.

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{ИV} = 1,22 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,22.$$

Скорость резания, формула [4]:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{7,0 \cdot 14^{0,4}}{60^{0,2} \cdot 0,1^{0,7}} \cdot 1,22 = 54,23 \text{ м / мин.}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 54,23}{3,14 \cdot 14} = 1233,6 \text{ об/мин.}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\text{ст}} = 1200 \text{ об/мин.}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 14 \cdot 1200}{1000} = 52,75 \frac{\text{м}}{\text{мин.}}$$

6. Определяем крутящий момент по формуле:

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p.$$

Значения коэффициентов: $C_M = 0,0345$; $q = 2,0$; $y = 0,8$ – определены по таблице 32 [4, с. 281].

Коэффициент $K_P = K_{MP} = 0,85$

Крутящий момент, формула (18):

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P = 10 \cdot 0,0345 \cdot 14^2 \cdot 0,1^{0,8} \cdot 0,85 = 9,14 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

7. Определяем осевую силу по формуле:

$$P_o = 10 \cdot C_P \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P$$

Значения коэффициентов: $C_P = 68$; $q = 1,0$; $y = 0,7$ – определены по таблице 32 [4, с.281].

Осевая сила по формуле [4]:

$$P_o = 10 \cdot C_P \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P = 10 \cdot 68 \cdot 14^{1,0} \cdot 0,1^{0,7} \cdot 0,85 = 1614,5 \text{ Н}.$$

8. Мощность резания:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n_{\phi}}{9750} = \frac{9,14 \cdot 1200}{9750} = 1,12 \text{ кВт}.$$

Мощность электродвигателя станка 2,2 кВт, она достаточна для выполнения операции.

Операции 2: Сверлильная

Переход 2: Сверлить фаску А2.2(зенкерование ф16):

Материал режущего инструмента –Т15К6.

Глубина резания: $t = 1 \text{ мм}$;

Подача: $s = 0,1 \text{ мм/об}$;

Скорость резания равен предыдущий переход: $v = 87,92 \text{ м/мин}$;

Частота вращения равен предыдущий переход: $n = 1233,6 \text{ об/мин}$;

Операции 2: Сверлильная

Переход 3.1: Сверлить отверстие(Сверло ф1,5):

Материал сверла – быстрорежущая сталь Р6М5.

1. Глубина резания $t = 0,5 \cdot D = 0,5 \cdot 1,5 = 0,75$ мм.

2. Подача по таблице 25 [4, с.277]: $S=0,09$ мм/об.

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v,$$

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 30 [4, с.279]:
 $T=60$ мин.

Значения коэффициентов: $C_v = 7,0$; $q = 0,4$; $m = 0,2$; $y = 0,7$ – определены по таблице 28 [4, с.278].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{ИV},$$

где K_{IV} - коэффициент, учитывающий глубину сверления.

$$K_{MV} = K_r \cdot \left(\frac{750}{600} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{600} \right)^{0,9} = 1,22.$$

Значение коэффициента K_r и показатель степени n_v для сверла из быстрорежущей стали при обработке заготовки из стали 45 берем из таблицы 2 [4, с.262]: $K_r = 1,0$, $n_v = 0,9$.

По таблице 6 [4, с.263] $K_{ИV} = 1,0$.

По табл. 31 [4, с.280]: $K_{IV} = 1$.

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{ИV} = 1,22 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,22.$$

Скорость резания, формула[4]:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{7,0 \cdot 1,5^{0,4}}{60^{0,2} \cdot 0,09^{0,7}} \cdot 1,22 = 23,8 \text{ м / мин.}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 23,8}{3,14 \cdot 1,5} = 5053 \text{ об/мин.}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\text{ст}} = 5000 \text{ об/мин.}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 1,5 \cdot 5000}{1000} = 23,55 \frac{\text{м}}{\text{мин.}}$$

6. Определяем крутящий момент по формуле:

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p.$$

Значения коэффициентов: $C_M = 0,0345$; $q = 2,0$; $y = 0,8$ – определены по таблице 32 [4, с. 281].

$$\text{Коэффициент } K_p = K_{MP} = 0,85$$

Крутящий момент, формула[4]:

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 1,5^2 \cdot 0,1^{0,8} \cdot 0,85 = 0,1 \text{ Н·м.}$$

7. Определяем осевую силу по формуле:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

Значения коэффициентов: $C_p = 68$; $q = 1,0$; $y = 0,7$ – определены по таблице 32 [4, с.281].

Осевая сила по формуле [4]:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 68 \cdot 1,5^{1,0} \cdot 0,09^{0,7} \cdot 0,85 = 160,7 \text{ Н.}$$

8. Мощность резания:

$$N = \frac{M_{KP} \cdot n_{\phi}}{9750} = \frac{0,1 \cdot 5000}{9750} = 0,05 \text{ кВт.}$$

Мощность электродвигателя станка 2.2 кВт, она достаточна для выполнения операции.

Операции 2: Сверлильная

Переход 3.2: Сверлить отверстие(цекование ф5):

Материал сверла – быстрорежущая сталь Р6М5.

1. Глубина резания $t = 0,5 \cdot D = 0,5 \cdot 5 = 2,5$ мм.

2. Подача по таблице 25 [4, с.277]: $S=0,09$ мм/об.

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v,$$

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 30 [4, с.279]:
 $T=60$ мин.

Значения коэффициентов: $C_v = 7,0$; $q = 0,4$; $m = 0,2$; $y = 0,7$ – определены по таблице 28 [4, с.278].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IIV},$$

где K_{IV} - коэффициент, учитывающий глубину сверления.

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \cdot \left(\frac{750}{600} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{600} \right)^{0,9} = 1,22.$$

Значение коэффициента K_r и показатель степени n_v для сверла из быстрорежущей стали при обработке заготовки из стали 45 берем из таблицы 2 [4, с.262]: $K_r = 1,0$, $n_v = 0,9$.

По таблице 6 [4, с.263] $K_{IV} = 1,0$.

По табл. 31 [4, с.280]: $K_{IV} = 1$.

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV} = 1,22 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,22.$$

Скорость резания, формула [4]:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{7,0 \cdot 5^{0,4}}{60^{0,2} \cdot 0,09^{0,7}} \cdot 1,22 = 38,7 \text{ м / мин.}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 38,7}{3,14 \cdot 5} = 2463 \text{ об/мин.}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{ст} = 2500 \text{ об/мин.}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 5 \cdot 2500}{1000} = 39,25 \frac{\text{м}}{\text{мин.}}$$

6. Определяем крутящий момент по формуле:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p.$$

Значения коэффициентов: $C_M = 0,0345$; $q = 2,0$; $y = 0,8$ – определены по таблице 32 [4, с. 281].

$$\text{Коэффициент } K_p = K_{MP} = 0,85$$

Крутящий момент, формула[4]:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 5^2 \cdot 0,09^{0,8} \cdot 0,85 = 1,1 \text{ Н·м.}$$

7. Определяем осевую силу по формуле:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

Значения коэффициентов: $C_p = 68$; $q = 1,0$; $y = 0,7$ – определены по таблице 32 [4, с.281].

Осевая сила по формуле[4]:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 68 \cdot 5^{1,0} \cdot 0,09^{0,7} \cdot 0,85 = 535,6 \text{ Н.}$$

8. Мощность резания:

$$N = \frac{M_{KP} \cdot n_{\phi}}{9750} = \frac{0,1 \cdot 2500}{9750} = 0,02 \text{ кВт.}$$

Мощность электродвигателя станка 2.2 кВт, она достаточна для выполнения операции.

Операции 2: Сверлильная

Переход 4: Сверлить фаску А2.2(зенкерование ф6):

Материал режущего инструмента –Т15К6.

Глубина резания: $t = 0,5 \text{ мм}$;

Подача: $s = 0,1 \text{ мм/об}$;

Скорость резания равен предыдущий переход: $v = 39,25 \text{ м/мин}$;

Частота вращения равен предыдущий переход: $n = 2500 \text{ об/мин}$

Операции 2: Сверлильная

Переход 5: Сверлить отверстие(Сверло ф2.5):

Материал сверла – быстрорежущая сталь Р6М5.

1. Глубина резания $t = 0,5 \cdot D = 0,5 \cdot 2,5 = 1,25 \text{ мм}$.

2. Подача по таблице 25 [4 ,с.277]: $S = 0,1 \text{ мм/об}$.

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v,$$

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 30 [4, с.279]:

$T=60$ мин.

Значения коэффициентов: $C_v = 7,0$; $q = 0,4$; $m = 0,2$; $y = 0,7$ – определены по таблице 28 [4, с.278].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{ИV},$$

где K_{IV} - коэффициент, учитывающий глубину сверления.

$$K_{MV} = K_r \cdot \left(\frac{750}{600} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{600} \right)^{0,9} = 1,22.$$

Значение коэффициента K_r и показатель степени n_v для сверла из быстрорежущей стали при обработке заготовки из стали 45 берем из таблицы 2 [4, с.262]: $K_r = 1,0$, $n_v = 0,9$.

По таблице 6 [4, с.263] $K_{ИV} = 1,0$.

По табл. 31 [4, с.280]: $K_{IV} = 1$.

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{ИV} = 1,22 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,22.$$

Скорость резания, формула[4]:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{7,0 \cdot 2 \cdot 5^{0,4}}{60^{0,2} \cdot 0,1^{0,7}} \cdot 1,22 = 27,2 \text{ м / мин.}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 27,2}{3,14 \cdot 2 \cdot 5} = 3464 \text{ об/мин.}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{ст} = 3500 \text{ об/мин.}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 2,5 \cdot 3500}{1000} = 27,475 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

6. Определяем крутящий момент по формуле:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p.$$

Значения коэффициентов: $C_M = 0,0345$; $q = 2,0$; $y = 0,8$ – определены по таблице 32 [4, с. 281].

$$\text{Коэффициент } K_p = K_{MP} = 0,85$$

Крутящий момент, формула [4]:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 2,5^2 \cdot 0,1^{0,8} \cdot 0,85 = 0,29 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

7. Определяем осевую силу по формуле:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

Значения коэффициентов: $C_p = 68$; $q = 1,0$; $y = 0,7$ – определены по таблице 32 [4, с.281].

Осевая сила по формуле [4]:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 68 \cdot 2,5^{1,0} \cdot 0,1^{0,7} \cdot 0,85 = 288,3 \text{ Н}.$$

8. Мощность резания:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n_{ф}}{9750} = \frac{0,1 \cdot 3500}{9750} = 0,04 \text{ кВт}.$$

Мощность электродвигателя станка 2,2 кВт, она достаточна для выполнения операции.

Операции 2: Сверлильная

Переход 6: Сверлить отверстие(Сверло ф2.55):

Материал сверла – быстрорежущая сталь Р6М5.

1. Глубина резания $t = 0,5 \cdot D = 0,5 \cdot 2,55 = 1,275$ мм.

2. Подача по таблице 25 [4, с.277]: $S=0,1$ мм/об.

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v,$$

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 30 [4, с.279]:

$T=60$ мин.

Значения коэффициентов: $C_v = 7,0$; $q = 0,4$; $m = 0,2$; $y = 0,7$ – определены по таблице 28 [4, с.278].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{ИV},$$

где K_{IV} - коэффициент, учитывающий глубину сверления.

$$K_{MV} = K_r \cdot \left(\frac{750}{600} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{600} \right)^{0,9} = 1,22.$$

Значение коэффициента K_r и показатель степени n_v для сверла из быстрорежущей стали при обработке заготовки из стали 45 берем из таблицы 2 [4, с.262]: $K_r = 1,0$, $n_v = 0,9$.

По таблице 6 [4, с.263] $K_{ИV} = 1,0$.

По табл. 31 [4, с.280]: $K_{IV} = 1$.

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{ИV} = 1,22 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,22.$$

Скорость резания, формула[4]:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{7,0 \cdot 2,55^{0,4}}{60^{0,2} \cdot 0,1^{0,7}} \cdot 1,22 = 27,4 \text{ м / мин.}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 27,4}{3,14 \cdot 2,55} = 3422 \text{ об/мин.}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\text{ст}} = 3500 \text{ об/мин.}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 2,55 \cdot 3500}{1000} = 28 \frac{\text{м}}{\text{мин.}}$$

6. Определяем крутящий момент по формуле:

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P.$$

Значения коэффициентов: $C_M = 0,0345$; $q = 2,0$; $y = 0,8$ – определены по таблице 32 [4, с. 281].

$$\text{Коэффициент } K_P = K_{MP} = 0,85$$

Крутящий момент, формула [4]:

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P = 10 \cdot 0,0345 \cdot 2,55^2 \cdot 0,1^{0,8} \cdot 0,85 = 0,3 \text{ Н·м.}$$

7. Определяем осевую силу по формуле:

$$P_o = 10 \cdot C_P \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P$$

Значения коэффициентов: $C_P = 68$; $q = 1,0$; $y = 0,7$ – определены по таблице 32 [4, с.281].

Осевая сила по формуле[4]:

$$P_o = 10 \cdot C_P \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P = 10 \cdot 68 \cdot 2,55^{1,0} \cdot 0,1^{0,7} \cdot 0,85 = 294,1 \text{ Н.}$$

8. Мощность резания:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n_{\phi}}{9750} = \frac{0,1 \cdot 3500}{9750} = 0,04 \text{ кВт.}$$

Мощность электродвигателя станка 2.2 кВт, она достаточна для выполнения операции.

Операции 3: Токарная с ЧПУ

Переход 1: точение фаски $A_{3.1}$:

Материал режущего инструмента –Т15К6.

Глубина резания: $t = \frac{A_{3.1}^c}{6} = 1.035 \text{ мм};$

Подача: $s = 0,2 \text{ мм/об};$

Скорость резания равен предыдущий переход: $v = 64.7 \text{ м/мин};$

Частота вращения равен предыдущий переход: $n = 1146 \text{ об/мин};$

Операции 3: Токарная с ЧПУ

Переход 2: точение поверхности:

Материал режущего инструмента – Т15К6*.

1. Глубина резания: $t = \frac{D_{1.1} - D_{3.2}}{2} = 0.5 \text{ мм.}$

2. Подача: $s = 0,8 \text{ мм/об};$

3. Скорость резания определяется по формуле: $v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v$

Период стойкости инструмента $T = 30-60 \text{ мин}$ [4, с.363], принимаем $T = 60 \text{ мин};$

Значение коэффициентов : $C_v = 280; x = 0,15; y = 0,45; m = 0,2;$

— определены по таблице 17 [4, с.367].

По табл.3[4, с.360]: $K_{MV} = 0,9.$

По табл.5[4, с.361]: $K_{PV} = 0,9.$

По табл.6[4,с,361]: $K_{IV} = 1.9$

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV} = 0.9 \cdot 0.9 \cdot 1.9 = 1.5;$$

Скорость резания определяется по формуле [4] :

$$v = \frac{280}{60^{0.2} \cdot 0.5^{0.15} \cdot 0.8^{0.45}} \cdot 1.5 = 227.2 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 227.2}{3.14 \cdot 17} = 4256.3 \text{ об/мин};$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p$$

Значения коэффициентов: $C_p = 300$; $n = 0$; $x = 1,0$; $y = 0,75$

– определены по таблице 22 [4, с.372].

коэффициент K_p : $K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [4, с.371]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{850}{750} \right)^1 = 1.1.$$

$$K_{mp} = 1.1; K_{\varphi p} = 0.89; K_{\gamma p} = 1.0; K_{\lambda p} = 1.0; K_{rp} = 1.0;$$

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = \left(\frac{850}{750} \right)^1 \cdot 0.89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1;$$

Главная составляющая силы резания, формула [4]:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0.5^1 \cdot 0.8^{0.75} \cdot 227.2^0 \cdot 1 = 1268.8 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{1268.8 \cdot 227.2}{1020 \cdot 60} = 4.7 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N_{CT} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{4.7}{0.85} = 5.54 \text{ кВт};$$

Проверка по мощности:

$$N_{CT} \leq N$$

$$5.54 \text{ кВт} < 16.5 \text{ кВт}$$

1.9.Расчет времени

Основное время для токарных операций определяем по формуле [5,с.611]:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S},$$

где L —расчётная длина обработки,мм;

i —число рабочих ходов;

n —частота вращения шпинделя, об/мм;

S —подача на оборот шпинделя,мм/об;

расчётная длина обработки: [5]

$$L = l + l_1 + l_2,$$

Где l —размер детали на данном переходе,мм;

l_1 — величина врезания инструмента, мм;

l_2 — величина перебега инструмента, мм;

Основное время для внутришлифовальной и наружной шлифовании операций определяем по

формуле [5,с.616]: $T_o = \frac{L \cdot i \cdot K}{S_B \cdot B_K \cdot n_d}, i = \frac{a}{S_{2x}}$

Где L —расчётная длина обработки,мм;

i —число рабочих ходов;

a —припуск на обработку на сторону,мм;

K —коэффициент, учитывающий выхаживание и доводку при шлифовании, ($K = 1,2 \dots 1,5$);

S_B —продольная или поперечная подача на двойной ход изделия в долях ширины шлифовального круга;

B_K — ширина шлифовального круга,мм;

n_d —частота вращения изделия,об/мин(на шлифовальных станках) ;

S_{2x} —подача на двойной ход стола или круговая подача на двойной ход долбяка,мм/дв.ход;

Основное время для плоскошлифовальной операций определяем по формуле [5,с.616]: $T_o =$

$$\frac{L \cdot K}{n \cdot S_o \cdot Q}, L = a = H - H_1$$

Где S_o —подача на оборот шпинделя,мм/об;

Q —число одновременно обрабатываемых деталей;

$H(H_1)$ —ширина исходной шлифуемой поверхности,мм;

Для первой токарной операции:

переход 1— подрезка торца:

$$T_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(19/2 + 5 + 3) \cdot 1}{862 \cdot 0,4} = 0,05 \text{ мин};$$

переход 2—точить поверхности:

$$T_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(47,5 + 5 + 1) \cdot 1}{3738,9 \cdot 0,8} = 0,02 \text{ мин};$$

переход 3—точить 4 канавки:

$$T_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i + l'}{n \cdot S} = \frac{(1 + 3 + 1) \cdot 4 + 27}{4127,6 \cdot 0,1} = 0,11 \text{ мин};$$

переход 4— подрезка торца:

$$T_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(9 + 5 + 3) \cdot 1}{1145,96 \cdot 0,3} = 0,05 \text{ мин};$$

Общее основное время:

$$T_o = 0,05 + 0,02 + 0,11 + 0,05 = 0,23 \text{ мин};$$

Общее вспомогательное время:

$$T_{у,с} + T_{з,о} = 0,21 \text{ мин};$$

$$T_{уп} = 0,16 \text{ мин};$$

$$T_{изм} = 1,3 \text{ мин};$$

$$T_{всп} = T_{у,с} + T_{з,о} + T_{уп} + T_{изм} = 0,21 + 0,16 + 1,3 = 1,67 \text{ мин};$$

Оперативное время:

$$T_{опер} = T_o + T_{всп} = 0,23 + 1,67 = 1,9 \text{ мин};$$

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{о.о} = 15\% \cdot T_{опер} = 15\% \cdot 1,9 = 0,285 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{шт.} = T_o + T_{всп} + T_{о.о} = 0,23 + 1,67 + 0,285 = 2,185 \text{ мин};$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к} = T_{шт.} + \left(\frac{T_{п.з.}}{n} \right) = 2,185 + \frac{10}{20000} \approx 2,186 \text{ мин};$$

Для второй токарной операции:

переход 1— точить фаску А3.1:

$$T_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(6,21 + 3 + 2) \cdot 1}{1146 \cdot 0,2} = 0,049 \text{ мин};$$

переход 2—точить поверхности:

$$T_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(1,79 + 2 + 1) \cdot 1}{4256,3 \cdot 0,8} = 0,002 \text{ мин};$$

Общее основное время:

$$T_o = 0.049 + 0.002 = 0,051 \text{ мин};$$

Общее вспомогательное время:

$$T_{y,c} + T_{з,о} = 0,22 \text{ мин};$$

$$T_{уп} = 0,12 \text{ мин};$$

$$T_{изм} = 1,1 \text{ мин};$$

$$T_{всп} = T_{y,c} + T_{з,о} + T_{уп} + T_{изм} = 0,22 + 0,12 + 1,1 = 1,44 \text{ мин};$$

Оперативное время:

$$T_{опер} = T_o + T_{всп} = 0,051 + 1,44 = 1.491 \text{ мин};$$

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{о.о} = 15\% \cdot T_{опер} = 15\% \cdot 1.491 = 0.22365 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{шт.} = T_o + T_{всп} + T_{о.о} = 0,051 + 1,44 + 0.224 = 1.715 \text{ мин};$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к} = T_{шт.} + \left(\frac{T_{п.з.}}{n} \right) = 1.715 + \frac{10}{20000} \approx 1.716 \text{ мин};$$

Для сверлильной операции:

переход 1, 1 – Сверлить отверстие,:

$$T_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(23 + 5 + 2) \cdot 1}{2100 \cdot 0,1} = 0.14 \text{ мин};$$

переход 1.2 – Сверлить отверстие:

$$T_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(14 + 3 + 1) \cdot 2}{1200 \cdot 0,1} = 0.15 \text{ мин};$$

Переход 2 – Сверлить фаску:

$$T_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(1 + 5 + 1) \cdot 2}{1200 \cdot 0,1} = 0.058 \text{ мин};$$

переход 3.1 – Сверлить отверстие:

$$T_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(23 + 7 + 2) \cdot 1}{5000 \cdot 0,09} = 0.071 \text{ мин};$$

переход 3.2 – Сверлить отверстие:

$$T_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(12 + 3 + 2) \cdot 1}{2500 \cdot 0,09} = 0.076 \text{ мин};$$

переход 4 – Сверлить фаску:

$$T_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(13 + 7 + 2) \cdot 1}{2500 \cdot 0,09} = 0.097 \text{ мин};$$

переход 5 – Сверлить отверстие:

$$T_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(13 + 7 + 2) \cdot 1}{3500 \cdot 0,1} = 0.063 \text{ мин};$$

переход б—Сверлить отверстие:

$$T_o = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(13 + 7 + 2) \cdot 1}{2500 \cdot 0.1} = 0.088 \text{ мин};$$

Общее основное время:

$$T_o = 0.14 + 0.15 + 0.058 + 0.071 + 0.076 + 0.097 + 0.063 + 0.088 = 0.743 \text{ мин};$$

Общее вспомогательное время:

$$T_{y,c} + T_{z,o} = 0.42 \text{ мин};$$

$$T_{yn} = 0,21 \text{ мин};$$

$$T_{изм} = 1.5 \text{ мин};$$

$$T_{всп} = T_{y,c} + T_{z,o} + T_{yn} + T_{изм} = 0,42 + 0,21 + 1,5 = 2.13 \text{ мин};$$

Оперативное время:

$$T_{опер} = T_o + T_{всп} = 0.743 + 2.13 = 2.873 \text{ мин};$$

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{o.o} = 15\% \cdot T_{опер} = 15\% \cdot 2.873 = 0.431 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{шт.} = T_o + T_{всп} + T_{o.o} = 0.743 + 2.873 + 0.431 = 4.047 \text{ мин};$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к} = T_{шт.} + \left(\frac{T_{п.з.}}{n} \right) = 4.047 + \frac{10}{20000} \approx 4.048 \text{ мин};$$

2 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Анализ исходных данных и разработка технического задания на проектирование станочного приспособления

Техническое задание на проектирование специальных средств технологического оснащения разрабатывается в соответствии с ГОСТ 15.001-74.

Техническое задание на проектирование специального приспособления приведено в таблице 1.

Таблица 1

Раздел	Содержание раздела
Наименование и область применения	Приспособление для установки и закрепления детали «якорь» на Вертикально-сверлильный станок Optimum B34H Vario
Основание для разработки	Операционная карта технологического процесса механической обработки детали «якорь».
Цель и назначение разработки	Проектируемое приспособление должно обеспечить: точную установку и надежное закрепление заготовки детали с целью получения необходимой точности размеров; удобства установки, закрепления и снятия заготовки.
Технические(тактико-технические) требования	Тип производства –серийный Программа выпуска - 70000 шт. в год. Установочные и присоединительные размеры приспособления должны соответствовать станку Optimum B34H Vario
Документация, подлежащая разработке	Пояснительная записка(раздел—конструкторская часть), чертеж общего вида для технического проекта специального приспособления, спецификация.

2.2. Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка приспособления

Согласно техническому заданию необходимо разработать приспособление для установки и закрепления детали на вертикально-сверлильном станке Optimum B34H Vario. Проектируемое приспособление должно обеспечить точную установку и надежное закрепление детали с целью получения необходимой точности размеров; удобства установки, закрепления и снятия заготовки. Базирование и закрепление детали в приспособлении осуществляется в соответствии со схемой, показанной на рис. 2.1.

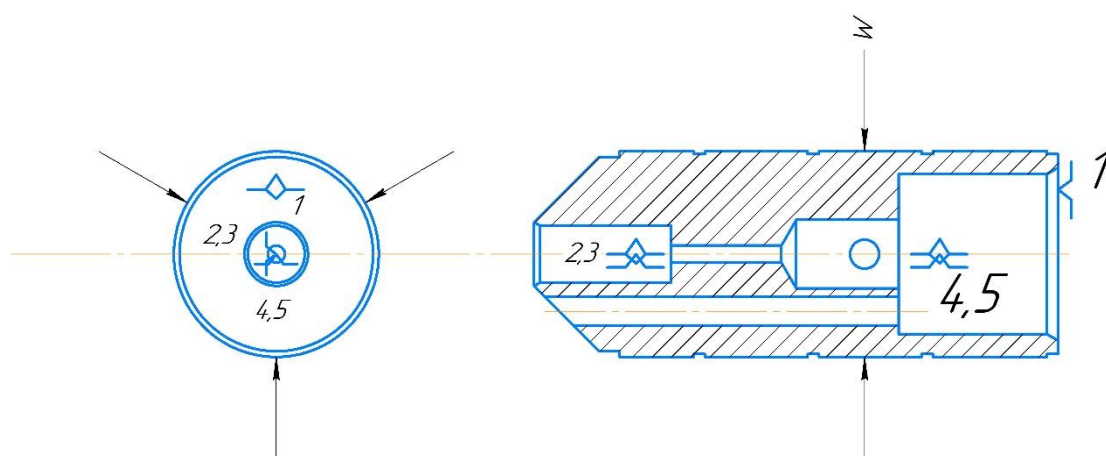


Рис. 2.1. Принципиальная схема зажима заготовки в приспособлении

2.3. Выбор привода зажимного устройства и расчёт его параметров

В качестве привода зажимного устройства используется трехкулачковый патрон. Трехкулачковый патрон обеспечивает необходимую силу закрепления и скорость при использовании сжатого воздуха с заданными параметрами эксплуатации [7].

Момент сил при закреплении можно определять из зависимости [7]:

$$M = M_{кр} = W * R * f_{трения} ,$$

где

W-Зажимное усилие

R-Глубина детали

f-Коэффициент трения

Тогда

$$W = \frac{M_{кр}}{R * f_{трение}} = \frac{0,1}{0,09 * 0,5} = 2,22 \text{ Н}$$

По ГОСТ 1654-71 для диаметр патрона D=80 мм, максимальное значение наибольшей суммарной силы зажима на трех кулачках составит W=35,6 Н > 2,2 Н. считаем выбранный трехкулачковый патрон обеспечивает рассчитанное усилие зажима.

2.4. Описание конструкции и работы приспособления

Устройство используется для точной установки и надежного крепления детали при ее механической обработке на сверлильном станке. Компоновка приспособления приведена на рис.2.2.

Кондуктор направляет сверло для просверливания отверстий в заготовке, чтобы обеспечить заданную точность и повысить эффективность сверления.

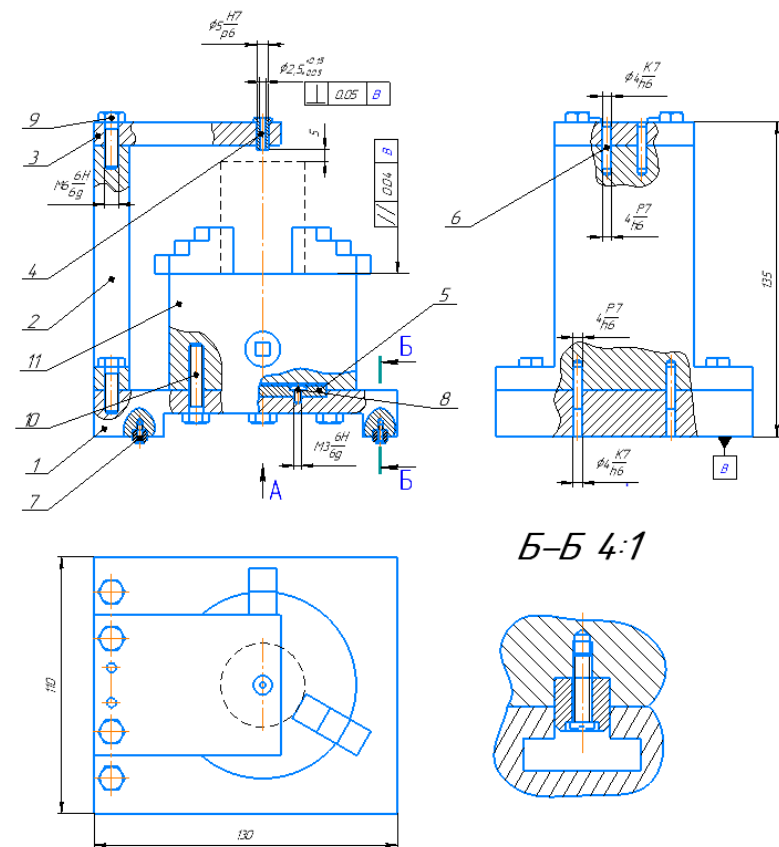


Рис. 2.2. Приспособление для сверления отверстия

Сборочный чертеж приспособления приведен на формате А1.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
8Л41	Лу Ао

Школа	Инженерная Школа Новых Производственных Технологий	Кафедра	Материаловедения
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Тема работы: Технологическая подготовка производства детали типа "Якорь"

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Стоимость ресурсов для изготовления детали типа «Якорь»	<p>1. Стоимость основных материалов определить на основе данных прайс-листов организаций-продавцов материалов</p> <p>2. Часовые тарифные ставки по разрядам работ:</p> <p>1 разряд - 60 руб./час. 2 разряд – 76,5 руб./час. 3 разряд – 97,56 руб./час. 4 разряд – 124,44 руб./час. 5 разряд – 158,7 руб./час. 6 разряд – 202,5 руб./час.</p> <p>Разряды работ определить исходя из ЕТКС, раздел «Механическая обработка металлов и других материалов»</p> <p>3. Тариф на электроэнергию – 5,9 руб/кВт.ч.</p>

<p>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</p>	<p>Для расчетов принять следующие пределы нормативов расходования ресурсов:</p> <ul style="list-style-type: none"> - коэффициент транспортно-заготовительных расходов - 0,06 - затраты на содержание рабочих занятых обслуживанием машин и оборудования, непосредственно не занятых изготовлением продукции - 40 % от полной зарплаты и отчислений от нее основных рабочих - затраты на материалы, расходуемых для обеспечения работы оборудования, принимается - 20% от величины амортизации - затраты на ремонт оборудования - 100–120% от основной зарплаты основных рабочих. - общецеховые расходы - 50 – 80 %, от основной зарплаты основных рабочих - общехозяйственные расходы -50% от основной зарплаты основных рабочих. - расходы на реализацию - 1% от производственной себестоимости
<p>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ставка отчислений на социальные нужды – 30% от ФОТ 2. Ставка отчислений в фонд социального страхования от несчастных случаев на производстве – 0.7% от ФОТ 3. Налог на добавленную стоимость – 18% от цены изделия.
<p>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</p>	

1. Расчет себестоимости изготовления детали типа «Якорь»	<p>1. Провести расчет затрат на основные и вспомогательные материалы (за вычетом возвратных отходов)</p> <p>2. Провести расчет затрат на основную и дополнительную заработную плату основных производственных рабочих, отчислений на социальные нужды.</p> <p>3. Провести расчет величины расходов на содержание и эксплуатацию оборудования.</p> <p>4. Провести расчет величины общецеховых, общехозяйственных, внепроизводственных расходов.</p> <p>5. Провести расчет себестоимости.</p>
2. Расчет цены детали типа «Якорь» с НДС	<p>Расчет произвести с использованием нормативного метода ценообразования.</p> <p>Норму рентабельности принять в пределах 5-20%</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.2018
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Попова С.Н.	Кандидат экономических наук		01.03.2018

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л141	Лу Ао		01.03.2018

3. Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Целью данного раздела является расчет себестоимости и цены изделия, изготавливаемого согласно разработанному технологическому процессу в типовых производственных условиях.

3.1. Общие положения

Себестоимость продукции представляет собой интегральную стоимостную оценку используемых при ее изготовлении сырья, материалов, топлива, энергии, трудовых и природных ресурсов, основных средств (оборудование, производственные площади, сооружения), нематериальных активов, а также других затрат на ее производство и реализацию.

Для промышленных предприятий рекомендуется группировка калькуляционных статей:

1. Сырье и материалы;
2. Покупные комплектующие изделия, полуфабрикаты и услуги производственного характера;
3. Возвратные отходы (вычитаются);
4. Топливо и энергия на технологические цели;
5. Основная заработная плата производственных рабочих;
6. Дополнительная заработная плата производственных рабочих;
7. Налоги, отчисления в бюджет и внебюджетные фонды;
8. Расходы на подготовку и освоение производства;
9. Погашение стоимости инструментов и приспособлений целевого назначения;
10. Расходы по содержанию и эксплуатации машин и оборудования;
11. Общецеховые расходы;
12. Технологические потери;
13. Общехозяйственные расходы;
14. Потери от брака;
15. Прочие производственные расходы;
16. Расходы на реализацию.

3.2. Расчет затрат по статье «Сырье и материалы»

Статья включает стоимость основных материалов, входящих непосредственно в состав изготавливаемого изделия (детали), а также вспомогательных материалов, используемых на технологические цели.

Затраты на основные материалы для каждого (i -го) вида в отдельности рассчитываются по формуле:

$$C_{Moi} = \omega_i \cdot C_{mi} \cdot (1 + k_{тз}),$$

где w_i – норма расхода материала i -го вида на изделие (деталь);

Π_{mi} – цена материала i -го вида, ден. ед./кг.;

k_{tz} – коэффициент транспортно-заготовительных расходов ($k_{tz} = 0,06$).

По данным сайта <http://www.metaeks.ru/pokovka/> стоимость листового горячекатаного проката из стали 10880 составляет 85000 руб./т. Цена за один килограмм составит $\Pi_{m1} = 85$ руб, норма расхода материала на изделие $\omega_1 = 0.06$ кг. Производим расчет:

$$C_{Mo1} = \omega_1 \cdot \Pi_{m1} \cdot (1 + k_{tz}) = 0.06 \cdot 85 \cdot (1 + 0,06) = 5.406 \text{ руб};$$

Т.к. для расчета используется единственный материал, то

$$C_{Mo} = C_{Mo1} = 5.406 \text{ руб};$$

Расчет затрат на вспомогательные материалы:

$$C_{Mb} = C_{Mo} \cdot 0,02 = 5.406 \cdot 0,02 = 0.108 \text{ руб};$$

Полные затраты, включаемые в данную статью, равны сумме:

$$C_M = C_{Mo} + C_{Mb} = 5.406 + 0.108 = 5.514 \text{ руб};$$

3. Расчет затрат по статье

«Покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты»

Сюда включаются затраты на приобретение покупных комплектующих изделий и полуфабрикатов, подвергающихся дополнительной обработке на данном предприятии для получения готовой продукции или необходимые для ее укомплектования. Т.к. в технологии изготовления используется листовой горячекатаный прокат, то расчет затрат по статье «Покупные комплектующие и полуфабрикаты» не производится.

4. Расчет затрат по статье «Возвратные отходы»

Данная статья включает стоимость отходов по цене их реализации на сторону, данная величина исключается из производственной себестоимости продукции. Расчет выполняется по формуле:

$$C_{от} = M_{от} \cdot \Pi_{от} = (B_{чр} - B_{чст}) \cdot (1 - \beta) \cdot \Pi_{от},$$

где $M_{от}$ – количество отходов в физических единицах, получаемых при изготовлении единицы продукции;

$\Pi_{от}$ – цена отходов, по данным сайта <http://www.f-vm.ru/price> стоимость лома из стали 10880 составляет 45 руб./кг ;

$V_{чр}$ – масса заготовки равна 0.1 кг (габариты заготовки 47.5*19*19);

$V_{чст}$ – чистая масса детали равна 0.06 кг;

β – доля безвозвратных потерь (принять 0,02).

Производим расчет:

$$C_{от} = (V_{чр} - V_{чст}) \cdot (1 - \beta) \cdot \Pi_{от} = (0.1 - 0.06) \cdot (1 - 0,02) \cdot 45 = 1.76 \text{ руб.}$$

6. Расчет затрат по статье

«Основная заработная плата производственных рабочих»

В данную статью включаются затраты на оплату труда рабочих, связанных с изготовлением продукции. В статью включаются доплаты и выплаты за неблагоприятные условия труда и премии за производственные результаты, начисленные в соответствии с действующими на предприятии премиальными системами. Расчет следует произвести по формуле:

$$C_{опл} = \sum_{i=1}^{K_0} \frac{t_i^{шт.к}}{60} \cdot ЧТС_i \cdot k_{пр},$$

где $t_i^{шт.к}$ – штучное время выполнения i -й операции, мин;

$K_0 = 4$ – количество операций в процессе;

$ЧТС_i$ – часовая тарифная ставка на i -й операции;

$k_{пр}$ – коэффициент, учитывающий доплаты, выплаты и премии, предусмотренные законодательством о труде. При проектировании следует принять его равным 1.4.

Разряды рабочих:

1-я операция (заготовительная): рабочий 3-го разряда;

2-я операция (Токарная с ЧПУ): рабочий 5-го разряда;

3-я операция (сверлильная): рабочий 4-го разряда;

4-я операция (Токарная с ЧПУ): рабочий 5-го разряда;

Часовые тарифные ставки:

ЧТС рабочего 3-го разряда = 97,56 руб./ч;

ЧТС рабочего 4-го разряда = 124,44 руб./ч;

ЧТС рабочего 5-го разряда = 158,7 руб./ч;

$$C_{\text{озп1}} = \sum_{i=1}^{K_0} \frac{t_{1\text{шт.к}}}{60} \cdot \text{ЧТС}_3 \cdot k_{\text{пр}} = \frac{0.05}{60} \cdot 97,56 \cdot 1,4 = 0.1138 \text{ руб/шт}$$

$$C_{\text{озп2}} = \frac{2.13}{60} \cdot 158,7 \cdot 1,4 = 7.89 \text{ руб/шт}$$

$$C_{\text{озп3}} = \frac{1.76}{60} \cdot 124.44 \cdot 1,4 = 5.11 \text{ руб/шт}$$

$$C_{\text{озп4}} = \frac{4.05}{60} \cdot 158.7 \cdot 1,4 = 14.50 \text{ руб/шт}$$

$$C_{\text{озп}} = \sum C_{\text{озпи}} = 27.62 \text{ руб/шт}$$

7. Расчет затрат по статье

«Дополнительная заработная плата производственных рабочих»

Данная статья учитывает предусмотренные законодательством о труде выплаты за непроработанное на производстве время: оплата очередных, дополнительных и учебных отпусков; оплата времени, связанного с прохождением медицинских осмотров и выполнением государственных обязанностей и т.п. Расчет дополнительной зарплаты выполняется по формуле:

$$C_{\text{дзп}} = C_{\text{озп}} \cdot k_{\text{д}},$$

где $C_{\text{озп}}$ – основная зарплата, ден. ед.;

$k_{\text{д}}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную зарплату. При проектировании следует принять его равным 0,1.

$$C_{\text{дзп}} = 27.62 \cdot 0,1 = 2.762 \text{ руб.}$$

8. Расчет затрат по статье

«Налоги, отчисления в бюджет и внебюджетные фонды»

Здесь включаются отчисления по установленным законодательством нормам в фонд социальной защиты населения, пенсионный фонд, медицинское страхование и на др. соц. нужды.

$$C_n = (C_{\text{озп}} + C_{\text{дзп}}) \cdot (C_{\text{с.н}} + C_{\text{стр}}) / 100,$$

где $C_{\text{озп}}$ – основная зарплата производственных рабочих, ден. ед.;

$C_{\text{дзп}}$ – дополнительная зарплата производственных рабочих, ден. ед.;

$C_{\text{с.н.}}$ – ставка социального налога (принять 30 %);

$C_{\text{стр}}$ – ставка страховых взносов по прочим видам обязательного страхования (принять 0,7%).

$$C_n = \frac{(27.62 + 2.762) \cdot (30 + 0,7)}{100} = 9.33 \text{ руб.}$$

9. Расчет затрат по статье «Погашение стоимости инструментов и приспособлений целевого назначения»

В этой статье отражается переносимая на изделие в процессе его изготовления стоимость специальных инструментов и приспособлений, моделей, опок, кокилей, штампов и пресс-форм, служащих для производства строго определенных изделий. По данной технологии расчет по статье не производится.

10. Расчет затрат по статье

«Расходы по содержанию и эксплуатации машин и оборудования»

Данная статья включает следующие виды расходов:

- a. амортизация оборудования и ценного инструмента (оснастки), обозначение C_a ;
- b. эксплуатация оборудования (кроме расходов на ремонт);
- c. ремонт оборудования;
- d. внутризаводское перемещение грузов;
- e. погашение стоимости инструментов и приспособлений общего назначения;
- f. прочие расходы.

Элемент «а» амортизация оборудования и определяется на основе норм амортизации и балансовой стоимости соответствующего оборудования, для расчета ее годовой величины используется следующая формула:

$$A_{\text{год}} = \sum_{i=1}^T \Phi_i \cdot H_{ai} + \sum_j^m \Phi_j \cdot H_{aj},$$

где Φ_i – первоначальная (балансовая) стоимость единицы оборудования i -го типа, $i = 1, \dots, T$;

T – количество типов используемого оборудования;

Φ_j – то же для j -го типа оснастки $j=1, \dots, m$;

m – количество типов используемой оснастки;

$H_{обi}$ и $H_{оснj}$ – соответствующие нормы амортизации.

Норма амортизации в общем виде определяется по формуле:

$$H_a = \frac{1}{T_{\text{ти}}},$$

где $T_{\text{ти}}$ – срок полезного использования, лет.

Для всех станков примем:

$$H_a = \frac{1}{10} = 0.1;$$

Таблица 1 – Стоимость станков

Станок	Балансовая стоимость, руб.
Токарный станок с ЧПУ модель DMG CTX 310 ecoline	6 368 418
Вертикально-сверлильный станок Optimum B34H Vario	290 103

Таблица 2 – Стоимость оснастки

Оснастка	Балансовая стоимость, руб.
Вертикальный кондуктор	19000

Для оснастки примем:

$$H_a = \frac{1}{3} = 0.33;$$

Амортизация оборудования:

$$A_{\text{год}} = (6368418 + 290103) \cdot 0,1 + \\ + (19000) \cdot 0,33 = 671552,1 \text{ руб.}$$

Ожидаемая средняя загрузка используемого оборудования:

$$l_{\text{кр}} = \frac{N_{\text{в}} \cdot \sum_{i=1}^P t_i^{\text{шт.к}}}{\sum_{i=1}^P F_i},$$

где $N_{\text{в}}$ – годовой объем выпуска изделия (детали), шт.; P – количество операций в технологическом процессе; $t_i^{\text{шт.к}}$ – штучно-калькуляционное время на i -й операции процесса, $i = 1, \dots, P$; F_i – действительный годовой фонд времени работы оборудования, используемого на i -й операции с учетом принятого количества рабочих смен.

Для металлорежущих станков 1–30 категорий ремонтной сложности при двухсменном режиме работы $F_i = 4029$ часов, при более высокой сложности – 3904 часа.

$$l_{\text{кр}} = \frac{70000 \cdot 7,95/60}{4029 \cdot 3 + 3904 \cdot 1} = 0,58$$

Если $l_{\text{кр}} \leq 0,6$, то амортизация оборудования и ценного инструмента (оснастки) $C_a = (A_{\text{г}} / N_{\text{в}}) \cdot (l_{\text{кр}} / \eta_{\text{з.н.}})$,

где $\eta_{\text{з.н.}}$ – нормативный коэффициент загрузки оборудования (для среднесерийного – 0,8).

$$C_a = \frac{671552}{70000} \cdot \frac{0,58}{0,8} = 6,96 \text{ руб.}$$

Элемент «б» (эксплуатация оборудования) включает в себя:

- полные затраты на содержание (основная зарплата + дополнительная зарплата + все виды отчислений) рабочих занятых обслуживанием машин и оборудования (слесарей, наладчиков, электромонтеров и др. категорий), непосредственно не занятых

изготовлением продукции; Принимается в размере 40 % от полной зарплаты и отчислений от нее основных рабочих, занятых изготовлением данной продукции, т.е.

$$C_{\text{экс}} = (C_{\text{озп}} + C_{\text{дзп}} + C_{\text{н}}) \cdot 0,4 = (27.62 + 2.762 + 9.33) \cdot 0,4 = 15.885 \text{ руб.}$$

- стоимость материалов, расходуемых для обеспечения работы оборудования, принимается в размере 20% от величины амортизации, т.е.

$$C_{\text{мэкс}} = C_{\text{а}} \cdot 0,2 = 6.96 \cdot 0,2 = 1.392 \text{ руб.}$$

- затраты на все виды энергии потребляемые в процессе работы оборудования. Учитываются только затраты на электроэнергию по формуле:

$$C_{\text{эл.п}} = \Pi_{\text{э}} \cdot K_{\text{п}} \cdot \sum_{i=1}^P W_i \cdot K_{\text{ми}} \cdot t_i^{\text{маш}}$$

где $\Pi_{\text{э}}$ – тариф на эл.энергию ден. ед. / кВт.ч. (на май 2018 – 5,9 руб./ кВт.ч.); $K_{\text{п}}$ –

коэффициент, учитывающий потери мощности в сети (1,05);

W_i – мощность

электропривода оборудования, используемого на i-й операции; $K_{\text{ми}}$ – коэффициент загрузки оборудования по мощности (при невозможности определения с помощью расчета принять равным 0,6–0,7).

$$C_{\text{эл.п}} = 5,9 \cdot 1,05 \cdot$$

$$\cdot \left(\left(\frac{0.05}{60} \cdot 0,7 \cdot 1.66 \right) + \left(\frac{0.02}{60} \cdot 0,7 \cdot 8.35 \right) + \left(\frac{0.11}{60} \cdot 0,7 \cdot 2.25 \right) + \left(\frac{0.05}{60} \cdot 0,7 \cdot 0.95 \right) + \left(\frac{0.14}{60} \cdot 0,7 \cdot 0.35 \right) + \left(\frac{0.15}{60} \cdot 0,7 \cdot 1.12 \right) + \left(\frac{0.06}{60} \cdot 0,7 \cdot 0.05 \right) + \left(\frac{0.07}{60} \cdot 0,7 \cdot 0.02 \right) + \frac{0.07}{60} \cdot 0,7 \cdot 0.04 + \frac{0.05}{60} \cdot 0,7 \cdot 5.54 \right) = 0.08 \text{ руб.}$$

Элемент «с» (ремонт оборудования) включает затраты на заработную плату и отчисления от нее в бюджет и внебюджетные фонды для рабочих, занятых ремонтом оборудования; затраты на материалы, потребляемые в процессе выполнения ремонтных работ; услуги ремонтных цехов предприятия и сторонних организаций. Они определяются укрупнено на основе норматива затрат – 100–120% от основной зарплаты основных производственных рабочих, т.е.

$$C_{\text{рем}} = C_{\text{озп}} \cdot (1,0 - 1,2) = 27.62 \cdot 1.2 = 33.14 \text{ руб.}$$

Элемент «е» погашение стоимости инструментов, в эту группу включаются все виды технологического оснащения универсального характера со сроком службы менее одного года. Расчет производится по формуле:

$$C_{\text{ион}} = \frac{(1 + k_{\text{тз}}) \cdot \sum_{i=1}^P \Pi_{\text{и.и}} \cdot t_{\text{рез.и}} \cdot m_i}{T_{\text{ст.и.и}} \cdot n_i},$$

где $\Pi_{\text{и.и}}$ – цена инструмента, используемого на i -й операции, $i = 1, \dots, P$;

$t_{\text{рез.и}}$ – время работы инструмента, применяемого на i -й операции, мин.;

m_i – количество одновременно используемых инструментов;

$T_{\text{ст.и.и}}$ – период стойкости инструмента, мин.;

n_i – возможное количество переточек (правок) инструмента;

$k_{\text{тз}}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов ($k_{\text{тз}}=0,06$).

Таблица 3 – Стоимость инструмента

Наименование инструмента	Время работы (t), мин	Стойкость (Т), мин	Количество переточек (n)	Цена, руб.	$\frac{\Pi_{\text{и}} \cdot t_{\text{рез}} \cdot m}{T_{\text{ст.и}} \cdot n}$
Резец расточной отогнутый ВК6 16 × 10 × 100 мм	3.89	60	4	64	1.35
Сверло 6mm ВК8, конический хвостовик	0,14	11	4	350	0.66
Цекование 14mm P6M5	0.15	15	1	750	0.73
Зенкование 16mm T15K6	0.058	18	3	1200	1.22
Сверло 1.5mm ВК8, конический хвостовик	0.07	5	4	1300	1.35
Цекование 5mm P6M5	0.08	6	2	700	0.69
Зенкование 6mm T15K6	0.1	10	4	1300	1.11
Сверло 2.5mm	0.06	10	3	1530	0.65

ВК8, конический хвостовик					
Сверло 2.55mm ВК8, конический хвостовик	0.09	10	3	1600	1.93

$$C_{\text{ион}} = (1 + 0,06) \cdot (1.35 + 0.66 + 0.73 + 1.22 + 1.35 + 0.69 + 1.11 + 0.65 + 1.93) = 9.69 \text{руб.}$$

11. Расчет затрат по статье «Общехозяйственные расходы»

Общехозяйственные расходы распределяются между выпускаемыми изделиями пропорционально основной зарплате производственных рабочих с помощью нормативного коэффициента $k_{\text{оц}}$, рассчитываемого отдельно по каждому цеху. При отсутствии конкретных заводских данных его следует принять равным 50 – 80 %, от основной зарплаты производственных рабочих, т.е.

$$C_{\text{оп}} = C_{\text{озп}} \cdot k_{\text{оп}} = C_{\text{озп}} \cdot (0,5 - 0,8) = 27.62 \cdot 0,8 = 22.01 \text{ руб.}$$

Приближенно можно дифференцировать значения $k_{\text{оц}}$ в зависимости от типа производства: единичное – 0,8.

12. Расчет затрат по статье «Технологические потери»

В этой статье относится стоимость полуфабрикатов, деталей, сборочных единиц изделий, не соответствующих нормативной документации при условии, что это несоответствие возникает вследствие неполного знания физических и химических процессов, несовершенства технологического оборудования и измерительной аппаратуры. Эти потери предусматриваются технологическим процессом. Они допускаются в электронном, оптико-механическом, литейном, кузнечном, термическом, гальваническом и некоторых других производствах. При выполнении ВКР статья не рассчитывается.

13. Расчет затрат по статье «Общехозяйственные расходы»

На данную статью относятся затраты по общему управлению предприятием, не связанные непосредственно с процессом производства и включающие в себя затраты на содержание административно-управленческого персонала; амортизационные отчисления и расходы на содержание и ремонт основных средств управленческого и общехозяйственного назначения (офисного оборудования, зданий и сооружений); расходы на отопление, освещение и оплату предприятия; плату за воду и землю и т.д. Расчет производится с помощью коэффициента $k_{\text{ох}}$,

устанавливающего нормативное соотношение между величиной данных затрат и основной зарплатой производственных рабочих. Рекомендуемое значение $k_{\text{ох}} = 0,5$, т.е.

$$C_{\text{ох}} = C_{\text{озп}} \cdot k_{\text{ох}} = 27.62 \cdot 0.5 = 13.81 \text{ руб.}$$

14. Расчет затрат по статье «Потери брака»

Статья учитывает стоимость окончательно забракованной продукции, затраты по исправлению брака, она учитывается только в отчетных калькуляциях. В ВКР эти затраты не рассчитываются.

15. Расчет затрат по статье «Прочие производственные расходы»

На данную статью относятся непредвиденные расходы, расходы на гарантийное обслуживание продукции и др. В ВКР эти затраты не рассчитываются.

16. Расчет затрат по статье «Расходы на реализацию»

Статья включает затраты, связанные с реализацией изготовленной продукции: хранение и упаковка на складах готовой продукции; доставку продукции на станции и в порты отправления; рекламу и сбытовую сеть; комиссионные сборы посреднических организаций и пр. Эти расходы рекомендуется принять равными 1% от производственной себестоимости.

$$C_{\text{рлз}} = \sum C_i \cdot 0,01 =$$

$$(5.5 - 1.76 + 27.62 + 2.76 + 9.33 + 6.69 + 15.89 + 1.39 + 0.08 + 33.14 + 9.69 + 22.01 + 13.81) \cdot 0,01 = 1.464 \text{ руб.}$$

17. Расчет прибыли

Прибыль следует принять в размере 5÷20 % от полной себестоимости проекта.

$$\Pi = \sum C_i \cdot 0,2$$

$$= (5.5 - 1.76 + 27.62 + 2.76 + 9.33 + 6.69 + 15.89 + 1.39 + 0.08 + 33.14 + 9.69 + 22.01 + 13.81) \cdot 0,2 = 29.28 \text{ руб.}$$

$$\Pi_{\text{себ.ст.}} = 146.42 \text{ руб.}$$

18. Расчет НДС

НДС составляет 18% от суммы полной себестоимости изделия и прибыли.

$$\text{НДС} = \text{П}_{\text{себ.ст.}} \cdot 0,18 = 146,62 \cdot 0,18 = 26,36 \text{ руб.}$$

19. Цена изделия

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС.

$$\text{Цена} = \text{П}_{\text{себ.ст.}} + \text{П} + \text{НДС} = 146,62 + 29,28 + 26,36 = 202,26 \text{ руб.}$$

Вывод: в ходе расчетов себестоимости продукции, была определена конечная стоимость детали типа «Матрица нижняя». Учитывая специфику производства - единичное, стоимость изделия может быть увеличена в зависимости от ценовой политики предприятия. В случае если оснастка и инструмент учитываются в себестоимости изготовления продукции, то согласно законодательству РФ цена готового изделия может увеличиться более чем на 40%.

Таблица Стоимость изготовления детали

№	Статьи расходов	Расход на единицу, Руб.
1	Затраты на основные материалы	5,5
2	Возвратные отходы	1,76
3	Основная заработная плата производственных рабочих	27,62
4	Дополнительная заработная плата производственных рабочих	2,762
5	Налоги, отчисления в бюджет и внебюджетные Фонды	9,33
6	Расходы по содержанию и эксплуатации машины оборудования	9,69
7	Общехозяйственные расходы	22,01
8	Общехозяйственные расходы	13,81
9	Расходы на реализацию	1,464
10	Прибыли	29,28
11	НДС	26,36
12	Цена изделия	202,26

«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа		ФИО	
8Л41		Лу Ао	
Школа	Инженерная Школа Новых Производственных Технологий	Отделение	Материаловедения
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Тема работы: Технологическая подготовка производства детали типа "Якорь"

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения.	Объектом исследования является рабочее место работника-цех. Рабочее место состоит из станков, мест для операторов, мест для комплектующего оборудования и тд. Область применения: автоматизация технологического процесса
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты; (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства). 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:	Анализ выявленных вредных факторов: недостаточная освещенность рабочей зоны; отклонение параметров микроклимата в помещении; повышенный уровень шума/вибрация; вредные вещества; Психофизические факторы: повышенная нагрузка на органы зрения длительные статические нагрузки; монотонность труда; нервно-эмоциональное напряжение. Анализ выявленных опасных производственных факторов рабочей среды, влияющих на организм человека при работе с программным

<p>механические опасности (источники, средства защиты); термические опасности (источники, средства защиты); электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</p>	<p>обеспечением в рабочем помещении, а именно:</p> <p>опасность поражения электрическим током, опасность поражения статическим электричеством, короткое замыкание. Работа механизмов; Запыленность; Средства индивидуальной защиты кожи, органов дыхания и медицинские средства защиты;</p>
<p>2. Экологическая безопасность:</p> <p>защита селитебной зоны анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</p>	<p>Утилизация используемой орг.техники, макулатуры и люминесцентных ламп.</p>
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <p>перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; выбор наиболее типичной ЧС; разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</p>	<p>Чрезвычайная ситуация техногенного характера для места– пожар. Установка общих правил поведения и рекомендаций во время пожара, план эвакуации, огнетушитель.</p>
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <p>специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</p>	<p>Основные проводимые правовые и организационные мероприятия по обеспечению безопасности трудящихся на рабочем месте согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, ФЗ – 197.</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.2018
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Авдеева И.И.			01.03.2018

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л41	Лу Ао		01.03.2018

Описание рабочего места

В данном разделе рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места в соответствии с нормами производственной санитарии, техники производственной безопасности и охраны окружающей среды.

В данной работе рассмотрено технологическое бюро и находящееся в оборудовании (ПК).

Под проектированием рабочего места понимается целесообразное пространственное размещение в горизонтальной и вертикальной плоскостях функционально взаимосвязанных средств производства (оборудования, оснастки, предметов труда и др.), необходимых для осуществления трудового процесса.

При проектировании рабочих мест должны быть учтены освещенность, температура, влажность, давление, шум, наличие вредных веществ, электромагнитных полей и другие санитарно-гигиенические требования к организации рабочих мест.

При проектировании бюро необходимо уделить внимание и охране окружающей среды, а в частности, организации безотходного производства.

Также необходимо учитывать возможность чрезвычайных ситуаций. Так как лаборатория находится в городе Томске, наиболее типичной ЧС является мороз. Так же, в связи с неспокойной ситуацией в мире, одной из возможных ЧС может быть диверсия.

1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой

производственной среды

В бюро, где находятся различные электроустановки, могут быть следующие вредные факторы: наличие - а) не комфортных метеоусловий; б) вредных веществ; в) производственного шума; г) недостаточной освещенности; д) электромагнитного излучения;

1.1. Метеоусловия

Микроклимат в производственных условиях определяется следующими параметрами:

- 1) температура воздуха;
- 2) относительная влажность воздуха;
- 3) скорость движения воздуха.

При высокой температуре воздуха в помещении кровеносные сосуды кожи расширяются, происходит повышенный приток крови к поверхности тела, и выделение тепла в окружающую среду значительно увеличивается. При низкой температуре окружающего воздуха реакция человеческого организма иная: кровеносные сосуды кожи сужаются, приток крови к поверхности тела замедляется, и теплоотдача конвекцией и излучением уменьшается. Таким образом, для теплового самочувствия человека важно определенное сочетание температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне.

Повышенная влажность воздуха ($\phi > 85\%$) затрудняет терморегуляцию организма, т.к. происходит снижения испарения пота, а пониженная влажность ($\phi < 20\%$) вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей.

Оптимальные и допустимые показатели температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 1 [ГОСТ 12.1.005-88].

Для обеспечения оптимальных и допустимых показателей микроклимата в холодный период года применяются средства защиты рабочих мест от остекленных поверхностей оконных проемов, чтобы не было охлаждения. В теплый период года необходимо предусмотреть защиту от попадания прямых солнечных лучей.

Работы делятся на три категории тяжести на основе общих энергозатрат организма. Работа, относящаяся к инженерам – разработчикам, относится к категории легких работ. Допустимые значения микроклимата для этого случая даны в таблице.

Таблица 1 - Требования к микроклимату

Период года	Категория работы	Температура, °C	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	средняя	19 – 24	15 - 75	≤ 0.1
Теплый	средняя	20 - 28	15 - 75	≤ 0.2

Одними из основных мероприятий по оптимизации микроклимата и состава воздуха в производственных помещениях являются обеспечение надлежащего воздухообмена и отопления, тепловая изоляция нагретых поверхностей оборудования, воздухопроводов и гидротрубопроводов.

1.2 Вредные вещества

Среди химических веществ, выделяющихся при работе на станках, наибольший вред приносят: пылевыведение, сопровождающиеся процессы абразивной обработки металлов (зачистка, полирование, шлифование и др.), а также при работе с СОЖ.

В составе современных жидкостей содержатся различные ингибиторы коррозии, противозадирные присадки, гликоль, анионоактивные и неионогенные эмульгаторы, индустриальные и минеральные масла, масляный асидол, едкий натр, бактерицидные препараты (каустическая сода, хлорпарафины и т. д.). Безусловно, такое разнообразие химических веществ, входящих в состав СОЖ, определяет необходимость постоянного контроля их содержания и условий применения. Нельзя сказать, что за последние два десятилетия на предприятиях машиностроения ничего не сделано в области снижения вредного воздействия охлаждающих эмульсий на организм человека и окружающую среду. Большинство предприятий отказались от использования охлаждающих растворов на основе нитрата натрия, других ядовитых химических веществ. Так же со временем в любой СОЖ бурно развиваются микроорганизмы (бактерии), которые формируют особую дисперсную фазу с размером частиц 0,2—10 мкм. Эти бактерии прогрессируют в водных растворах в форме палочек и кокков. Поскольку прогрессирующее развитие бактерий в среде «масло—вода» приводит к изменению структурно-механических характеристик СОЖ, бактерии, уничтожая органические компоненты, высвобождают из эмульсий масло (диэлектрик). Все это влияет на электропроводность жидкостей, увеличивая ее. Не углубляясь во все тонкости микробиологии, в целом совокупность веществ, входящих в состав водных эмульсий, можно характеризовать и как питательную среду для развития бактерий и грибов.

Вентиляция производственных помещений предназначена для уменьшения запыленности, задымленности и очистки воздуха от вредных выделений производства, а также для сохранности оборудования. Она служит одним из главных средств оздоровления условий

труда, повышения производительности и предотвращения опасности профессиональных заболеваний. Система вентиляции обеспечивает снижение содержания в воздухе помещения пыли, газов до концентрации не превышающей ПДК. Проветривание помещения проводят, открывая форточки. Проветривание помещений в холодный период года допускается не более однократного в час, при этом нужно следить, чтобы не было снижения температуры внутри помещения ниже допустимой. Воздухообмен в помещении можно значительно сократить, если улавливать вредные вещества в местах их выделения, не допуская их распространения по помещению. Для этого используют приточно-вытяжную вентиляцию. Кратность воздухообмена не ниже 3.

В целях обеспечения безопасности работников на рабочих местах применяют СИЗ: защитные перчатки, очки, спец. одежда, респиратор.

1.3. Производственный шум

Предельно допустимый уровень (ПДУ) шума - это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Соблюдение ПДУ шума не исключает нарушения здоровья у сверхчувствительных лиц.

Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. Максимальный уровень звука постоянного шума на рабочих местах не должно превышать 80 дБА. В нашем случае этот параметр соответствовал значению 60 дБА.

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть СКЗ и СИЗ.

СКЗ

- устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования;
- изоляция источников шума от окружающей среды средствами звуко- и виброизоляции, звуко- и вибропоглощения;
- применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения;

СИЗ

- применение спецодежды, спецобуви и защитных средств органов слуха: наушники, беруши, антифоны.

1.4 Освещенность

Согласно СНиП 23-05-95 в офисе должно быть не менее 300 Лк.

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое действие на человека и способствует повышению производительности труда.

На рабочей поверхности должны отсутствовать резкие тени, которые создают неравномерное распределение поверхностей с различной яркостью в поле зрения, искажает размеры и формы объектов различия, в результате повышается утомляемость и снижается производительность труда.

Для защиты от слепящей яркости видимого излучения применяют защитные очки, щитки, шлемы. Очки на должны ограничивать поле зрения, должны быть легкими, не раздражать кожу, хорошо прилегать к лицу и не покрываться влагой.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен. Длина помещения $A = 10$ м, ширина $B = 8$ м, высота $= 3,5$ м. Высота рабочей поверхности над полом $h_p = 1,0$ м. Согласно СНиП 23-05-95 необходимо создать освещенность не ниже 300 лк, в соответствии с разрядом зрительной работы.

Площадь помещения:

$$S = A \times B,$$

где A – длина, м; B – ширина, м.

$$S = 9 \times 7 = 63 \text{ м}^2$$

Коэффициент отражения покрашенных светло-зеленых стен с окнами, без штор $\rho_c = 40\%$, свежепобеленного потолка $\rho_{п} = 70\%$. Коэффициент запаса, учитывающий

загрязнение светильника, для помещений с малым выделением пыли равен $K_3 = 1,2$.
Коэффициент неравномерности для люминесцентных ламп $Z = 1,1$.

Выбираем лампу дневного света ЛТБ-40, световой поток которой равен $\Phi_{ЛД} = 2200$ Лм.

Выбираем светильники с люминесцентными лампами типа ОДОР –2-40.

Этот светильник имеет две лампы мощностью 40 Вт каждая, длина светильника равна 1200 мм, ширина – 260 мм.

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина λ , которая для люминесцентных светильников с защитной решёткой лежит в диапазоне 1,1–1,3. Принимаем $\lambda = 1,2$, расстояние светильников от перекрытия (свес) $h_c = 0,5$ м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$h = h_n - h_p$, где h_n – высота светильника над полом, высота подвеса,

h_p – высота рабочей поверхности над полом.

Наименьшая допустимая высота подвеса над полом для двухламповых светильников ОДОР: $h_n = 3,5$ м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = H - h_p - h_c = 3,5 - 1 - 0,5 = 2,0 \text{ м.}$$

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле:

$$L = \lambda \cdot h = 1,2 \cdot 2 = 2,4 \text{ м}$$

Число рядов светильников в помещении:

$$Nb = \frac{B}{L} = \frac{8}{2,4} = 3,3 \approx 3$$

Число светильников в ряду:

$$Na = \frac{A}{L} = \frac{10}{2,4} = 4,16 \approx 4$$

Общее число светильников:

$$N = Na \cdot Nb = 3 \cdot 4 = 12$$

Расстояние от крайних светильников или рядов до стены определяется по формуле:

$$l = \frac{L}{3} = \frac{2,4}{3} = 0,8 \text{ м}$$

Размещаем светильники в два ряда. На рисунке 1 изображен план помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами.

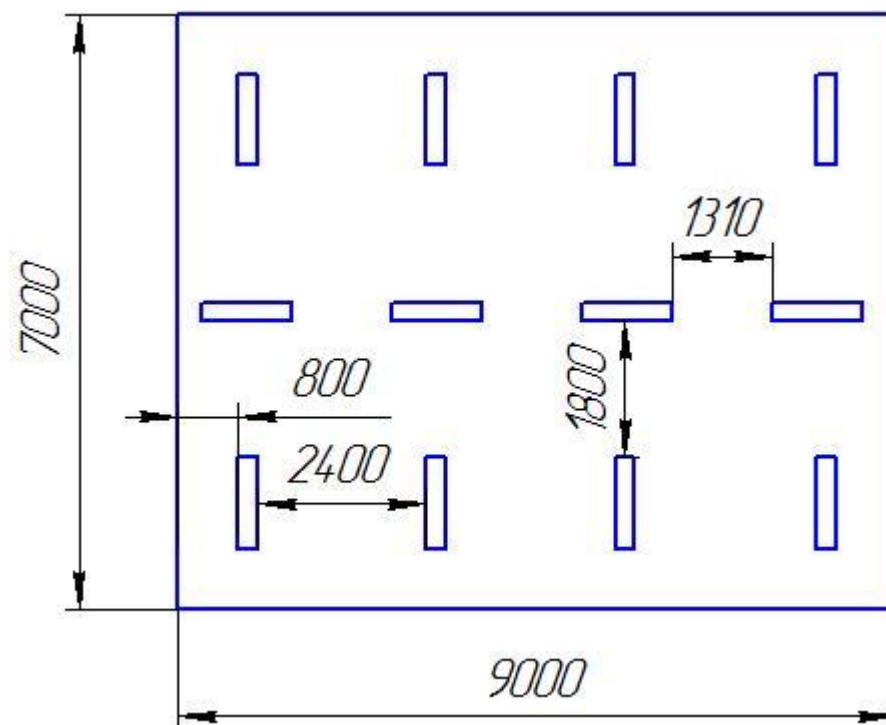


Рисунок 1 – План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами.

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{10 \cdot 8}{2,0 \cdot (9 + 7)} = 1,97$$

Коэффициент использования светового потока, показывающий какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность, для светильников типа ОД с люминесцентными лампами при $\rho_{\text{П}} = 70 \%$, $\rho_{\text{С}} = 40\%$ и индексе помещения

$$i = 1,97 \text{ равен } \eta = 0,65.$$

Потребный световой поток группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{п}} = \frac{E \cdot A \cdot B \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot n \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 10 \cdot 8 \cdot 1,2 \cdot 1,1}{12 \cdot 0,65} = 2457,45 \text{ лм}$$

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\text{П}}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% \leq 20\%;$$

$$\frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\text{П}}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% = \frac{2600 - 2457,45}{2600} \cdot 100\% = -6,1\%.$$

Таким образом: $-10\% \leq -6,1\% \leq 20\%$, необходимый световой поток

2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

2.1 Факторы электрической природы

Электробезопасность представляет собой систему организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статистического электричества.

Электроустановки классифицируют по напряжению: с номинальным напряжением до 1000 В (помещения без повышенной опасности), до 1000 В с присутствием агрессивной среды (помещения с повышенной опасностью) и свыше 1000 В (помещения особо опасные).

В отношении опасности поражения людей электрическим током различают:

1. Помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.
2. Помещения с повышенной опасностью, которые характеризуются наличием в них одного из следующих условий, создающих повышенную опасность: сырость, токопроводящая пыль, токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.п.), высокая температура, возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям, технологическим аппаратам, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования - с другой.
3. Особо опасные помещения, которые характеризуются наличием оборудования свыше 1000 В и одного из следующих условий, создающих особую опасность: особой сырости, химически активной или органической среды, одновременно двух или более условий

повышенной опасности. Территории размещения наружных электроустановок в отношении опасности поражения людей электрическим током приравниваются к особо опасным помещениям.

Бюро относится к помещению без повышенной опасности поражения электрическим током. В помещении применяются следующие меры защиты от поражения электрическим током: недоступность токоведущих частей для случайного прикосновения, все токоведущие части изолированы и ограждены. Недоступность токоведущих частей достигается путем их надежной изоляции, применения защитных ограждений (кожухов, крышек, сеток и т.д.), расположения токоведущих частей на недоступной высоте.

Основными электрозащитными средствами в электроустановках напряжением до 1000 В являются диэлектрические перчатки, изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками и указатели напряжения.

К средствам защиты от статического электричества и электрических полей промышленной частоты относят комбинезоны, очки, спецобувь, заземляющие браслеты, заземляющие устройства, устройства для увлажнения воздуха, антиэлектростатические покрытия и пропитки, нейтрализаторы статического электричества.

Дополнительные электрозащитные средства в электроустановках.

Дополнительными электрозащитными средствами являются диэлектрические галоши (боты), сапоги, диэлектрические резиновые коврики, дорожки и изолирующие подставки.

Диэлектрические боты, галоши и сапоги применяют для изоляции человека от основания, на котором он стоит. Боты применяют в электроустановках любого напряжения, а галоши и сапоги — только при напряжении до 1000 В.

Диэлектрические коврики и дорожки — это изолирующие основания. Их применяют в закрытых электроустановках любого напряжения.

Изолирующие подставки также изолируют человека от грунта или пола. В электроустановках напряжением до 1000 В изолирующие подставки выполняют без фарфоровых изоляторов, а выше 1000 В — обязательно на фарфоровых изоляторах.

2.2. Охрана окружающей среды

Охрана окружающей среды - это комплексная проблема и наиболее активная форма её решения - это сокращение вредных выбросов промышленных предприятий через полный переход к безотходным или малоотходным технологиям производства.

Для перехода к безотходным производствам в бюро необходимо осуществлять все работы в электронном виде, без использования принтеров соответственно бумаги.

Так же необходимо позаботиться о раздельных контейнерах для отходов бытового характера: отдельные мусорные баки для бумаги, стекла, металлических частей, пластика.

Необходимо заключить договор с компанией, вывозящей мусор, чтобы она обеспечивала доставку разделенных отходов фирмам, занимающимся переработкой отходов.

Также необходимо утилизировать средства освещения. Все известные сегодня способы утилизации (демеркуризации) люминесцентных ламп очень трудоемки, опасны, энергозатратны и экономически нецелесообразны: стоимость подобной операции практически сравнима со стоимостью новой лампы. Технология новосибирских водников дешева и экологически безопасна. Специальный химический раствор позволяет полностью удалить все опасные компоненты люминофорного слоя со стекла, и после дальнейшей переработки, использовать их повторно, как впрочем, и само стекло, и цоколи.

3. Безопасность в ЧС

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1 - В4, Г и Д, а здания - на категории А, Б, В, Г и Д. По пожарной опасности наружные установки подразделяются на категории A_n , B_n , V_n , G_n и D_n .

Согласно НПБ 105-03 бюро относится к категории В - Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б.

По степени огнестойкости данное помещение относится к 1-й степени огнестойкости по СНиП 2.01.02-85 (выполнено из кирпича, которое относится к трудно сгораемым материалам).

Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера.

Причины возникновения пожара неэлектрического характера:

- а) халатное неосторожное обращение с огнем (оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);
- б) утечка метана (при концентрации в воздухе от 4,4 % до 17 % метан взрывоопасен).

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

Для устранения причин возникновения и локализации пожаров в помещении лаборатории должны проводиться следующие мероприятия:

- а) использование только исправного оборудования;
- б) проведение периодических инструктажей по пожарной безопасности;
- д) отключение электрооборудования, освещения и электропитания при предполагаемом отсутствии обслуживающего персонала или по окончании работ;
- е) курение в строго отведенном месте;
- ж) содержание путей и проходов для эвакуации людей в свободном состоянии.

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

Огнетушители водо-пенные (ОХВП-10) используют для тушения очагов пожара без наличия электроэнергии. Углекислотные (ОУ-2) и порошковые огнетушители предназначены для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В. Кроме того, порошковые применяют для тушения документов.

Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной порошковый огнетушитель, например ОП-5.

В общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, переходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей.

Здание соответствует требованиям пожарной безопасности, а именно, наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации, порошковых или углекислотных огнетушителей с поверженным клеймом, табличек с указанием направления к запасному (эвакуационному) выходу (рисунок 2).

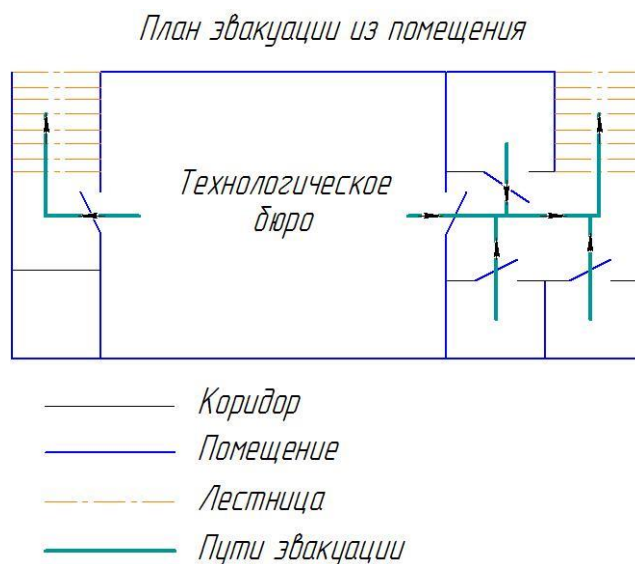


Рис 2. План эвакуации.

Вывод: В ходе исследования рабочего места было выявлено, что исследуемое помещение соответствует всем нормам и правилам законодательства РФ.

4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

1. ГОСТ 12.4.154-85 “ССБТ. Устройства, экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.

6. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

7. ГОСТ 12.4.123-83. Средства коллективной защиты от инфракрасных излучений. Общие технические требования.

8. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

9. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.

10. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.

ГОСТ 12.2.037-78. Техника пожарная. Требования безопасности

11. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к качеству атмосферного воздуха
12. ГОСТ 30775-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов.
13. СНиП 21-01-97. Противопожарные нормы.
14. ГОСТ 12.4.154. Система стандартов безопасности труда. Устройства, экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты. Общие технические требования, основные параметры и размеры
15. СНиП 23-05-95 "Естественное и искусственное освещение"

Заключение

В результате проделанной работы разработан технологический процесс обработки детали типа якорь, рассчитаны режимы резания, выбраны средства технологического оснащения, спроектировано приспособление для установки детали и закреплении детали на сверлильной операции на станке Optimum B34H Vario.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» рассчитаны себестоимость и цена изделия при ее изготовлении, стоимость сырья, материалов, топлива, энергии, трудовых и природных ресурсов, основных средств (оборудование, производственные площади, сооружения), нематериальных активов, а также других затрат на ее производство и реализацию.

В разделе Социальная ответственность проведен анализ вредных и опасных факторов при изготовлении детали, выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды, дано описание возможных чрезвычайных ситуаций.

Список литературы

1. Ансеров А.М. Приспособления для металлорежущих станков. Л.: Машиностроение, 1966 – 650 с., ил.
2. Справочник технолога машиностроителя .В 2-х томах Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова.4-е издание, переработанное и доп.-машиностроение, 1985,496 с.,илл.
3. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей. Учебное пособие . Томск изд ТПУ 2006,100с.
4. Обработка металлов резанием Справочник технолога А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойн и др. Под общ. Редакцией А.А.Панова. 2-е издание, перераб. И доп.- Машиностроение, 2004.- 784 с.. ил.- ISBN 5-94275-049-1.
5. Жуков Э.Л. Технология машиностроения: В 2 кн. Кн. 2. Производство деталей машин: Учеб. Пособ. Для вузов. – М.: Высш. шк., 2003. – 295 с.
6. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений: Учебник для вузов. – М.:Машиностроение, 1983.
7. Горохов В.А. Проектирование и расчёт приспособлений: Учеб пособие для студентов вузов машиностроительных спец. – Мн.: Выш. шк., 1986
8. Станочные приспособления: Справочник/Под ред. Б.Н. Вардашкина. – М.,1984.
9. Худобин Л.В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. Пособие для машиностроит. Спец. Вузов. – М.: Машиностроение, 1989.
10. Каталог инструментов Sandvik Coromant.2007